

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

FACULDADE DE ARQUITETURA E URBANISMO

PROGRAMA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO

ÁREA DE PESQUISA: TECNOLOGIA, AMBIENTE E SUSTENTABILIDADE

INTEGRAÇÃO DE MINI E MICROGERAÇÃO DISTRIBUÍDA, ARMAZENAMENTO
DE ENERGIA ELÉTRICA E AUTOMAÇÃO PREDIAL: DIRETRIZES PARA
EDIFICAÇÕES MAIS RESILIENTES

THIAGO DE SOUSA TAVARES

ORIENTADORA: RAQUEL NAVES BLUMENSCHNEIN

COORIENTADORA: MARIA VITÓRIA DUARTE FERRARI

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

BRASÍLIA - DF

2020

THIAGO DE SOUSA TAVARES

INTEGRAÇÃO DE MINI E MICROGERAÇÃO DISTRIBUÍDA, ARMAZENAMENTO
DE ENERGIA ELÉTRICA E AUTOMAÇÃO PREDIAL: DIRETRIZES PARA
EDIFICAÇÕES MAIS RESILIENTES

Dissertação de mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Brasília (PPG FAU UnB), como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de mestre em Arquitetura e Urbanismo.

Área de concentração

Tecnologia, Ambiente e Sustentabilidade (TAS)

Linha de pesquisa

Tecnologia de Produção do Ambiente Construído (TPAC)

Orientadora

Prof. Dra. Raquel Naves Blumenschein

Coorientadora

Prof. Dra. Maria Vitória Duarte Ferrari

BRASÍLIA - DF

2020

FICHA CATALOGRÁFICA

TAVARES, THIAGO DE SOUSA

Integração de mini e microgeração distribuída, armazenamento de energia elétrica e automação predial: diretrizes para edificações mais resilientes [Distrito Federal] 2020.

235 p., 210 x 297 mm (FAU/UnB, Mestre, Arquitetura e Urbanismo 2020).

Dissertação de Mestrado - Universidade de Brasília, Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo.

1. Resiliência

4. FEWS

2. Geração Distribuída

5. Projeto Integrado

3. Eficiência Energética

I. FAU/ UNB

II. Título (série)

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

TAVARES, T. S. (2020). Integração de mini e microgeração distribuída, armazenamento de energia elétrica e automação predial: diretrizes para edificações mais resilientes. Dissertação de Mestrado em Arquitetura e Urbanismo, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 235 p.

CESSÃO DE DIREITO

AUTOR: Thiago de Sousa Tavares.

TÍTULO: Integração de mini e microgeração distribuída, armazenamento de energia elétrica e automação predial: diretrizes para edificações mais resilientes.

GRAU: Mestre

ANO: 2020

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desta dissertação de mestrado e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte dessa dissertação de mestrado pode ser reproduzida sem autorização por escrito do autor.

Thiago de Sousa Tavares

Dissertação submetida à Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Brasília como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Mestre no Curso de Arquitetura e Urbanismo da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo (FAU), Programa de Pesquisa e Pós-Graduação (PPG), Área de concentração em TECNOLOGIA, AMBIENTE E SUSTENTABILIDADE (TAS) e linha de pesquisa referente à TECNOLOGIA DE PRODUÇÃO DO AMBIENTE CONSTRUÍDO (TPAC). Título da Pesquisa: integração de mini e microgeração distribuída, armazenamento de energia elétrica e automação predial: diretrizes para edificações mais resilientes.

Brasília, 18 de setembro de 2020.

14:15h

Aprovada por:

Prof. Dra. Raquel Naves Blumenschein (FAU - UNB)
Orientadora

Prof. Dra. Maria Vitória Duarte Ferrari (FGA - UNB)
Coorientadora

Prof. Dr. Caio Frederico e Silva (FAU - UNB)
Examinador Interno

Prof. Dr. Alex Reis (FGA - UNB)
Examinador Externo

Prof. Dra. Luciane Cleonice Durante (UFMT)
Suplente

*Aos meus pais Suênia Sousa e
Fernando Tavares pelo dom da vida, à
minha companheira Patrícia Fiuza e
ao nosso propósito maior*

Agradecimentos

Um agradecimento especial a minha mãe Suênia Sousa, pela oportunidade da vida e a toda minha família, em particular a minha avó Luzia Cordeiro e minha tia Rinalda Bezerra, pelo incentivo à pesquisa e aprendizado contínuo de vida.

A minha companheira Patrícia Fiuza pela dedicação, serenidade e incansável disposição.

A minha orientadora Professora Raquel Naves Blumenschein e minha coorientadora Professora Maria Vitória Duarte Ferrari, por toda atenção, inspiração, paciência, dedicação e amizade.

À banca, Professor Alex Reis, Professor Caio Frederico e Silva e Professora Luciane Cleonice Durante, pelas contribuições. Agradeço também a todos os especialistas que se prontificaram a participar e contribuir com a pesquisa.

A todos os meus amigos de Cuiabá, em especial Adriana, Amanda, Bruna, Caio, Elias, Fábio, Felipe, Gabriela e Leonardo, por todo incentivo de busca pela felicidade.

Aos meus amigos Leonardo, Mariana e toda família, que me receberam com todo carinho em Brasília.

A todos os irmãos da casa do Pai Sérgio de Oxóssi que ajudaram a fortalecer minha vida espiritual.

A todos os amigos e companheiros da Comunhão Espírita, em especial Daniel, Gisleine, Joyce, Larissa, Tais e Túlio.

Aos novos amigos que fiz durante o curso e levo para a vida, Ayana, Carolina e Thiago, pelas risadas e conversas de “Vitruvius” a “Cebrutius”.

A todos os meus amigos e colegas do FAU/LACIS - Laboratório do Ambiente Construído, Inclusão e Sustentabilidade, Aline, Guilherme, Isabella, Joaquim, Karen, Maria Luísa, Rafaela e Thais, pelo apoio, parceria e amizade. Em especial, ao Vinicius pela sincera amizade e companheirismo.

Ao professor Luiz Pedro de Melo Cesar e minha colega Thaís Oliveira, pela disponibilidade e ajuda com a ferramenta deste trabalho. À Rafaela Gonçalves pela revisão do texto.

À Universidade de Brasília e à Faculdade de Arquitetura e Urbanismo pela oportunidade de fazer o curso de Mestrado. Em especial aos docentes, pelo presente do conhecimento, e a toda a equipe da secretaria da PPG, pela agilidade e atenção.

À FINEP, pelo apoio ao Parque de Inovação e Sustentabilidade do Ambiente Construído (PISAC), que me proporcionou a oportunidade de trabalhar neste projeto tão relevante.

Meus sinceros agradecimentos, de coração, a todos que contribuíram com este trabalho.

Resumo

Mudanças climáticas e o desenvolvimento tecnológico vêm alterando o cenário mundial, demandando adaptações políticas, tecnológicas e sociais. No contexto do ambiente construído, edificações projetadas segundo os princípios da resiliência apresentam vantagens adaptativas para esse cenário. Para projetar uma edificação mais resiliente é necessário que os projetistas e os demais detentores de interesse trabalhem de forma integrada desde a concepção do projeto. No contexto da engenharia elétrica é necessário que a edificação seja autossuficiente energeticamente e possa gerenciar suas demandas energéticas. Dessa forma, a aplicação de soluções de mini e microgeração distribuída, armazenamento de energia elétrica e automação predial pode ser uma boa alternativa para isso. Esta dissertação tem como objetivo desenvolver uma ferramenta com requisitos para concepção de projetos de edificações mais resilientes por meio da integração de tecnologias de mini e microgeração distribuída, armazenamento de energia elétrica e automação predial com o processo de projeto integrado. Para isso, desenvolveram-se diretrizes para integração dessas tecnologias no projeto analisando características das tecnologias existentes, instrumentos legais e normativos, bem como a contribuição para concepções projetuais de projeto convencional, integrado e tecnológico colaborativo. A ferramenta escolhida para organizar estas diretrizes em requisitos foi o Scorecard por ser uma metodologia que oferece a possibilidade de uma estruturação sistêmica e adaptável. O Scorecard desenvolvido foi submetido a três validações sucessivas com especialistas da área de energia e projeto, sendo aprimorado a cada avaliação. O resultado foi uma ferramenta com 3 categorias, divididas em um total de 14 princípios, 41 critérios e 203 indicadores, que servem como guia para o processo de projeto, assim como para a fase de uso.

Palavras-chave: Resiliência; Geração Distribuída; Eficiência Energética; *FEWS*; Projeto Integrado.

Abstract

Climate change and technological development are changing the world scenario, requiring political, technological, and social adaptations. In the context of the built environment, buildings designed according to the principles of resilience have adaptive advantages for this scenario. In order to design a more resilient building it is necessary that designers and other stakeholders work in an integrated way from the conception of the project. Within the context of electrical engineering, the building must be energy self-sufficient and manage its energy demands. In this way, the application of mini and micro distributed generation solutions, electrical energy storage and building automation can be a good alternative. This dissertation aims to develop a tool with requirements for designing more resilient building projects through the integration of mini and micro distributed generation technologies, electrical energy storage and building automation within the integrated design process. To achieve this, guidelines were developed for the integration of these technologies into the project by analysing characteristics of existing technologies, legal and regulatory instruments, as well as the contribution to conventional, integrated, and collaborative technological design concepts. The tool chosen to organize these guidelines into requirements was Scorecard, as it is a methodology that offers the possibility of a systemic and adaptable structure. The Scorecard developed has been submitted to three successive validations by experts in the field of energy and project and has been improved with each evaluation. The result was a framework containing 3 categories, which were divided in a total of 14 principles, 41 criteria and 203 indexes, which serve as a guide for the project process, as well as for the use phase.

Keywords: Resilience; Distributed Generation; Energy Efficiency; FEWS; Integrated Project.

SUMÁRIO

i. Introdução	6
ii. Objetivo Geral.....	9
iii. Objetivos específicos.....	9
iv. Encadeamento da pesquisa.....	10
v. Estrutura do trabalho.....	11
1. CAPÍTULO 1 – RESILIÊNCIA PARA EDIFICAÇÕES	12
1.1. CONCEITO DE RESILIÊNCIA NA CONSTRUÇÃO CIVIL	12
1.2. MUDANÇAS DO AMBIENTE E EDIFICAÇÕES	17
1.3. PROJETO E RESILIÊNCIA	22
1.4. SÍNTESE ANALÍTICA	26
2. CAPÍTULO 2 - MINI E MICROGERAÇÃO DISTRIBUÍDA, ARMAZENAMENTO DE ENERGIA ELÉTRICA E AUTOMAÇÃO PREDIAL.....	27
2.1. MINI E MICROGERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA.....	29
2.1.1. <i>Tecnologias disponíveis</i>	33
2.1.1.1. Módulos Fotovoltaicos.....	33
2.1.1.1. Turbinas eólicas	36
2.1.1.2. Outras formas de geração Renovável	37
2.1.2. <i>Requisitos Legais, Normas e Boas Práticas</i>	38
2.1.3. <i>Princípios Básicos de Projeto Resiliente Aplicáveis a Sistemas de Microgeração</i>	41
i. Sistemas resilientes proveem necessidades básicas humanas	41
ii. Redundância de sistemas e diversidade são inerentes a sistemas mais resilientes.....	42
iii. Durabilidade é uma das chaves para resiliência.....	42
iv. Uso de materiais locais, fontes renováveis e fontes próximas são mais resilientes	43
v. Resiliência antecipa interrupções e um futuro dinâmico	43
vi. Respeito social e equidade são aspectos necessários para ambientes resilientes	44
2.1.4. <i>Obstáculos de implantação</i>	45
2.2. ARMAZENAMENTO DE ENERGIA ELÉTRICA.....	45
2.2.1. <i>Tecnologias Disponíveis</i>	46
2.2.1.1. Chumbo Ácido (PbO ₂).....	47
2.2.1.2. Níquel (Ni)	47
2.2.1.3. Íon-lítio.....	47
2.2.1.4. Armazenamento Alternativo - Central hidroelétrica reversível (PHS).....	48
2.2.2. <i>Requisitos Legais, Normas e Boas Práticas</i>	48
2.2.3. <i>Princípios Básicos para Resiliência Aplicáveis a Sistemas de Armazenamento Local</i> .50	
i. Sistemas resilientes proveem necessidades básicas humanas	50
ii. Redundância (de sistemas) e diversidade são inerentes a sistemas mais resilientes.....	50
iii. Durabilidade é uma das chaves para resiliência.....	51
iv. Uso de materiais locais, fontes renováveis e fontes próximas são mais resilientes	51
v. Resiliência antecipa interrupções e um futuro dinâmico	52

vi.	Respeito social e equidade são aspectos necessários para ambientes resilientes	52
2.2.4.	<i>Obstáculos para implantação</i>	53
2.3.	AUTOMAÇÃO PREDIAL.....	53
2.3.1.	<i>Tecnologias Disponíveis</i>	56
2.3.1.1.	Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado (AVAC)	59
2.3.1.2.	Iluminação e Sombreamento	59
2.3.1.3.	Rede Elétrica Inteligente (REI)	60
2.3.2.	<i>Requisitos Legais, Normas e Boas Práticas</i>	61
2.3.3.	<i>Princípios Básicos para Resiliência Aplicáveis à Automação</i>	62
i.	Sistemas resilientes proveem necessidades básicas humanas	62
ii.	Redundância de sistemas e diversidade são inerentes a sistemas mais resilientes.....	63
iii.	Durabilidade é uma das chaves para resiliência.....	63
iv.	Uso de materiais locais, fontes renováveis e fontes próximas são mais resilientes	64
v.	Resiliência antecipa interrupções e um futuro dinâmico	64
vi.	Respeito social e equidade são aspectos necessários para ambientes resilientes	64
2.3.4.	<i>Obstáculos para implantação</i>	65
2.4.	SÍNTESE ANALÍTICA.....	66
3.	CAPÍTULO 3 - PROJETO COM SOLUÇÕES TECNOLÓGICAS INTEGRADAS	69
3.1.	INTEGRAÇÃO DAS TECNOLOGIAS NO PROJETO CONVENCIONAL.....	71
3.2.	INTEGRAÇÃO DAS TECNOLOGIAS NO PROJETO INTEGRADO	74
3.3.	INTEGRAÇÃO DAS TECNOLOGIAS EM PLATAFORMA TECNOLÓGICA E COLABORATIVA	80
3.4.	A ABORDAGEM ORGANIZACIONAL E VANTAGENS DA IMPLEMENTAÇÃO DE SOLUÇÕES DE TECNOLOGIAS INTEGRADAS	83
3.5.	SÍNTESE ANALÍTICA.....	87
4.	CAPÍTULO 4 – MÉTODO	89
4.1.	FASE (A) - FUNDAMENTAÇÃO PARA RESILIÊNCIA E CENÁRIO ADOTADO.....	92
4.2.	FASE (B) - FUNDAMENTAÇÃO PARA ELABORAÇÃO DO SCORECARD	94
4.3.	FASE (C) - CRIAÇÃO DA FERRAMENTA.....	96
4.3.1.	<i>Elaboração do Scorecard</i>	98
4.3.2.	<i>Estrutura do scorecard</i>	99
4.4.	FASE (D) - PRIMEIRA VALIDAÇÃO DA FERRAMENTA.....	100
4.5.	FASE (E) - SEGUNDA VALIDAÇÃO DA FERRAMENTA	101
4.6.	FASE (F) - TERCEIRA VALIDAÇÃO DA FERRAMENTA	102
5.	CAPÍTULO 5 - RESULTADOS/DISCUSSÃO.....	104
5.1.	SCORECARD	104
5.2.	PRIMEIRA VALIDAÇÃO.....	106
5.3.	SEGUNDA VALIDAÇÃO	110
5.4.	TERCEIRA AVALIAÇÃO	114

5.5.	SCORECARD 4.0 (FINAL)	116
5.5.1.	<i>Mini e Microgeração Distribuída</i>	116
5.5.2.	<i>Armazenamento de Energia Elétrica</i>	125
5.5.3.	<i>Automação Predial</i>	129
6.	CAPÍTULO 6 - CONSIDERAÇÕES FINAIS	136
7.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICA.....	138
8.	APÊNDICE A- PRIMEIRO SCORECARD EMITIDO COM VALIDAÇÃO DO ESPECIALISTAS	
	152	
8.1.	ESPECIALISTA 2	152
8.2.	ESPECIALISTA 3	164
9.	APÊNDICE B - SEGUNDO SCORECARD EMITIDO E VALIDAÇÃO DO ESPECIALISTAS... 180	
9.1.	CONVITE.....	180
9.2.	ROTEIRO DO EVENTO.....	180
9.3.	MINI E MICROGERAÇÃO.....	181
9.4.	ARMAZENAMENTO	185
9.5.	AUTOMAÇÃO.....	188
9.6.	PROJETO INTEGRADO.....	192
10.	APÊNDICE C - TERCEIRO SCORECARD E VALIDAÇÃO DO ESPECIALISTAS	195
11.	APÊNDICE D - TRANSCRIÇÃO DA VIDEOCONFERÊNCIA.....	218

LISTA DE FIGURAS

<i>Figura 1 - Mapa das principais Linhas de Transmissão existentes e projeções (Fonte: Página eletrônica do Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS), acessado em 2020).....</i>	<i>30</i>
<i>Figura 2 - Problemas na Distribuição de Energia Elétrica (Fonte: Adaptado de ANEEL, 2018).....</i>	<i>31</i>
<i>Figura 3 - Patologias da rede de transmissão elétrica. (Adaptado de FUCHS, 2015).....</i>	<i>32</i>
<i>Figura 4 - Foto aérea Centro Sebrae de Sustentabilidade (Foto: Página eletrônica do Centro).....</i>	<i>34</i>
<i>Figura 5 - Sistemas de geração eólicas. Figura do autor. Adaptado de DUARTE (2010).....</i>	<i>36</i>
<i>Figura 6 – Instrumentos nacionais e internacionais para regulação de microgeração. Fonte: o autor.....</i>	<i>40</i>
<i>Figura 7 - Instrumentos normativos e de boas práticas nacionais e internacionais para armazenamento de energia elétrica.....</i>	<i>49</i>
<i>Figura 8 – Exemplo de integração entre IoT e CPS (Adaptado de Lin et al., 2017).....</i>	<i>56</i>
<i>Figura 9 - Fundamentos para o Desempenho Energético (Autor: adaptado de Cameron Steel, 2018).....</i>	<i>58</i>
<i>Figura 10 – Instrumentos legais, normativos e de boas práticas nacionais e internacionais que regulam a automação predial.....</i>	<i>62</i>
<i>Figura 11 - Soluções integradas de eficiência energética no projeto convencional. Fonte: Adaptado de Figueiredo (2009) e AGESC (2019)......</i>	<i>73</i>
<i>Figura 12 - Soluções integradas de eficiência energética no projeto integrado. Fonte: Adaptado de Figueiredo (2009)......</i>	<i>78</i>
<i>Figura 13 - Soluções integradas de eficiência energética no projeto em BIM. Fonte: Adaptado de Manzione, 2013.....</i>	<i>82</i>
<i>Figura 14 – Estrutura e Fluxo dos Passos Metodológicos.....</i>	<i>91</i>
<i>Figura 15 - Fase (a) - Pesquisa Bibliográfica de Fundamentação sobre Resiliência e Caracterização de Cenário.....</i>	<i>92</i>
<i>Figura 16 – Fase (b) - Pesquisa Bibliográfica de Fundamentação para Elaboração do Scorecard.....</i>	<i>95</i>
<i>Figura 17 - Fase (c) - Elaboração do Scorecard.....</i>	<i>98</i>
<i>Figura 18 - Fase (d) - Primeira validação da Ferramenta.....</i>	<i>101</i>
<i>Figura 19 - Fase (e) - Segunda validação da Ferramenta.....</i>	<i>102</i>
<i>Figura 20 - Fase (f) - Terceira validação da Ferramenta.....</i>	<i>103</i>

LISTA DE QUADROS

<i>Quadro 1 - Encadeamento lógico da pesquisa.....</i>	<i>10</i>
<i>Quadro 2 - Estrutura do Trabalho.....</i>	<i>11</i>
<i>Quadro 3 – Exemplos de Eventos Disruptivos. Fonte: o autor.</i>	<i>15</i>
<i>Quadro 4 - Cenário Adotado para a dissertação</i>	<i>19</i>
<i>Quadro 5 - Princípios de Resiliência aplicados às soluções da edificação</i>	<i>68</i>
<i>Quadro 6 - Categorias do Scorecard.....</i>	<i>104</i>
<i>Quadro 7 - Princípios do Scorecard</i>	<i>106</i>
<i>Quadro 8 - Perfil dos especialistas da primeira validação.....</i>	<i>106</i>
<i>Quadro 9 - Sumarização da primeira análise dos especialistas</i>	<i>109</i>
<i>Quadro 10 - Perfil dos especialistas da segunda validação</i>	<i>110</i>
<i>Quadro 11 - Sumarização da segunda análise dos especialistas.....</i>	<i>113</i>
<i>Quadro 12 - Perfil do especialista da terceira validação.....</i>	<i>114</i>
<i>Quadro 13 - Sumarização da terceira análise feito por especialista.....</i>	<i>115</i>

LISTA DE TABELAS

<i>Tabela 1 - Fatores de eficiência da instalação fotovoltaica Fonte: adaptado da NBR 16690.....</i>	<i>35</i>
--	-----------

i. Introdução

Progredir em um cenário de turbulências que incluem mudanças culturais, políticas, tecnológicas e ambientais é um desafio para todos. As fontes de energia elétrica podem ser intermitentes por períodos indeterminados, prejudicando a estabilidade e a qualidade do fornecimento. Frente a esses problemas, as edificações precisam ser projetadas de maneira que possam superar esses desafios.

Os princípios da resiliência mostram que os agentes devem antecipar e aproveitar as mudanças, em vez de tentar resistir a elas. Dessa forma, os projetos de edificações mais resilientes teriam em seu fundamento a diretriz de absorver esses impactos e manter seu funcionamento, favorecendo manutenções e com menor interferência na rotina do usuário e de sua operação.

A resiliência das edificações está diretamente ligadas ao uso de mini e microgeração de energia elétrica distribuída, armazenamento de energia elétrica e automação predial em suas soluções, pois tornam a edificação autossuficiente.

Dobbs, Manyika e Woetzel (2015) estabelecem uma necessidade maior de resiliência dos edifícios, considerando essa nova conjuntura de fornecimento de energia. Além disso, a Agenda de Desenvolvimento Sustentável – ODS – da ONU, nos objetivos, principalmente, 7 - Assegurar o acesso confiável, sustentável, moderno e a preço acessível à energia para todas e todos - e 11 - Tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis -, ressaltam o aprimoramento de soluções para eficiência energética e busca constante por redução no uso de energia.

O Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (*Intergovernmental Panel on Climate Change - IPCC*) publicou em 2018 o relatório “Global Warming of 1.5°C”, apontando que, segundo o monitoramento de 1960 até 2018, a temperatura média da superfície da terra aumentará em 1,5°C até o ano de 2040. Para mitigar essa situação, o uso de energias renováveis e ações para redução de CO₂, na geração, distribuição e consumo de energia, são necessárias (IPCC, 2018).

Fazendo a aplicação para contextos em que os edifícios precisam ser mais independentes energeticamente da rede de fornecimento, as edificações resilientes são objeto a ser estudado como foco deste trabalho.

É preciso pensar em meios de empregar a energia elétrica de maneira mais eficiente, reduzindo os gastos excessivos no seu uso e perdas do processo de geração. A mini e microgeração distribuída, armazenamento de energia elétrica e automação predial são soluções que devem ser consideradas desde a concepção do edifício, a fim de torná-lo mais eficiente, autossuficiente, e como consequência, mais resiliente.

A caracterização do processo de integração do projeto e a identificação de como as tecnologias estudadas podem melhor contribuir para eficiência energética permitem levantar os seguintes questionamentos: Como projetar edificações mais resilientes? O que é preciso para incorporar a mini e microgeração distribuída, armazenamento de energia elétrica e automação predial no projeto? Como a integração dessas tecnologias acontecem no processo de projeto, considerando que há variações de produção? Quais são as diretrizes para integração dessas tecnologias no projeto?

Esses questionamentos impulsionaram o desenvolvimento da ferramenta concebida como um *Scorecard*, considerando as tecnologias disponíveis em mini e microgeração distribuída, armazenamento de energia elétrica e automação predial e o conceito de resiliência na fundamentação desta pesquisa.

Dessa forma, a busca por diretrizes e requisitos que contribuam para a resiliência de edificações desde a sua concepção se justifica pela sua característica de, mas não limitado a, adaptabilidade e também pela perspectiva de uso da edificação em situações variadas, adversas e, até certo ponto, desconhecidas em que está inserida. Nesse contexto, este trabalho tem como foco o desenvolvimento de critérios e diretrizes para o uso integrado de mini e microgeração distribuída, armazenamento de energia elétrica e automação predial como componente das soluções de projeto para edificações mais resilientes.

a. Justificativa

O *World Energy Council* (2016) destaca cenários para um futuro próximo com transições globais e regionais no uso e abastecimento da energia, gerando desafios e oportunidades para profissionais que estejam buscando novas visões. Questões como digitalização, armazenamento elétrico, design de mercado, sistemas descentralizados e energias renováveis estão recebendo maior atenção à medida que seu impacto cresce em todo

o setor de energia (WEC, 2016). A eficiência energética se reforça, nesse cenário, não apenas como um fator econômico, mas também como um princípio de sobrevivência dos países.

Dobbs, Manyika e Woetzel explicitam, no livro *No Ordinary Disruption* (2015), que três áreas principais de inovação em energia podem transformar o cenário de suprimento de energia nas próximas décadas: tecnologias de óleo e gás natural, energias renováveis e tecnologias avançadas de acumuladores de energia. No mesmo sentido de transformação do cenário, para que haja uma redução da temperatura média global de 1,5°C a 2°C, é necessária a adesão massiva à produção e ao uso de energias renováveis até o ano de 2050, reduzindo o uso de fontes fósseis para aproximadamente 0% a 2% do uso total (CREUTZIG et al., 2017; IPCC, 2018). Esses dados justificam requisitos de soluções que trabalham com mini e microgeração distribuída e eficiência energética como parte da solução do escopo de energia da edificação para certificações de construção sustentável como BREEAM, LEED e LBC.

Diante desse cenário, não poderão ser admitidos projetos que se digam eficientes sem que tenham sido consideradas as soluções de mini e microgeração distribuída, armazenamento de energia elétrica e automação predial integradas no desenvolvimento do projeto.

Nos projetos de arquitetura, a necessidade de eficiência energética relaciona-se a soluções construtivas, como fachadas duplas, barreiras solares, vidros duplos, entre outros, que reduzem a necessidade do uso de energia elétrica no edifício. Associado a isso, são especificados equipamentos elétricos que demonstram um melhor desempenho de uso e manutenção, colaborando para a solução construtiva elaborada (LAMBERTS; DUTRA; PEREIRA, 2014).

Porém, se os aparelhos são usados de forma indevida e super dimensionada, o gasto energético ainda será ineficiente (BRAGA, 2013). É preciso trabalhar soluções de projeto nas quais a automação predial, a geração distribuída e armazenamento seja mais do que uma instalação supérflua como um portfólio de sustentabilidade (DOBBS; MANYIKA; WOETZEL, 2015).

Isso significa que a integração das soluções, como a mini e microgeração distribuída, armazenamento de energia elétrica e automação predial, deve ser assegurada na concepção do projeto. Segundo Dobbs, Manyika e Woetzel (2015), essa integração é o caminho para a resiliência em um sistema de fornecimento de energia elétrica que se mostra frágil, com relação a fornecimento e preço.

As tecnologias de energia renovável se tornam cada vez mais atrativas à medida que seus custos de instalação e manutenção vêm reduzindo. A energia solar e eólica devem tornar-se a maior fonte de energia até 2050, à frente de fontes fósseis, nucleares e hidroelétricas, segundo a Agência Internacional para as Energias Renováveis (DOBBS; MANYIKA; WOETZEL, 2015; IRENA, 2018). Em muitas partes do mundo, a energia solar será a principal fonte de energia limpa usada nas edificações.

Em um cenário instável do fornecimento de energia elétrica, de maneira que não se sabe como se comportarão edifícios diante de um colapso do fornecimento energético, a eficiência energética precisa de uma visão mais ampla, integrando, no processo de projeto, a mini e microgeração distribuída, armazenamento de energia elétrica e automação predial, otimizando o desempenho energético da edificação e tornando-a mais resiliente.

As diretrizes e critérios estabelecidos neste trabalho tem como objetivo apoiar o tomador de decisões e agentes envolvidos no desenvolvimento do projeto, integrando as melhores tecnologias a serem empregadas na edificação, considerando as particularidades fundamentais.

ii. Objetivo Geral

Desenvolver uma ferramenta com requisitos para concepção de projetos de edificações mais resilientes por meio da integração de tecnologias de Mini e Microgeração Distribuída, Armazenamento de Energia Elétrica, Automação Predial com o processo de Projeto Integrado.

iii. Objetivos específicos

- a) Caracterizar as soluções de mini e microgeração distribuída, armazenamento de energia elétrica e automação predial;
- b) Identificar o papel da mini e microgeração distribuída, armazenamento de energia elétrica e automação predial para a eficiência energética em edificações resilientes;
- c) Mapear o processo de projeto, identificando as lacunas de integração de soluções de automação predial, mini e microgeração e armazenamento de energia em edificações resilientes;

- d) Desenvolver um sistema balanceado de avaliação das soluções de automação predial, mini e microgeração e armazenamento de forma integrada;

iv. Encadeamento da pesquisa

Este item apresenta o raciocínio lógico que norteou a estruturação do trabalho (Quadro 1). A partir da problemática colocada, estabeleceram-se uma hipótese e a inquietação para a pesquisa.

Encadeamento lógico da Pesquisa

Problemática	Risco de escassez no fornecimento de energia elétrica em um cenário de aumento de demanda	+	Fragmentação do Processo e Projeto de edificações	+	Soluções integradas de mini e microgeração distribuída, armazenamento de energia elétrica e automação predial não exploradas	=	Riscos de Projetos de edificações energeticamente ineficientes e dependentes da rede externa.
Hipótese	Integração de soluções em mini e microgeração distribuída, armazenamento de energia elétrica e automação predial considerando o conceito de resiliência para edificações	+	Processo Projeto Integrado	=	Edifícios mais resilientes e autônomos.		

Inquietação

Se a mini e microgeração distribuída, o armazenamento de energia elétrica e automação predial podem tornar os edifícios mais resilientes, suprimindo a demanda energética do edifício, diminuindo o impacto na rede.

Como a mini e microgeração distribuída, o armazenamento de energia elétrica e a automação predial integrados ao processo de projeto podem tornar os edifícios mais resilientes suprimindo a demanda energética do edifício e cooperando com seu entorno.

Quadro 1 - Encadeamento lógico da pesquisa

v. Estrutura do trabalho

O trabalho está dividido em cinco capítulos. Os dois primeiros apresentam as a fundamentação do trabalho, enquanto o terceiro mostra a importância do processo de projeto integrado para a concepção de projetos. O quarto capítulo aborda a metodologia proposta e o quinto é voltado para os resultados (Quadro 2)

Estrutura do Trabalho

- Capítulo 1 Apresenta o conceito de projetos de edificações mais resilientes. São caracterizadas as definições desse conceito; como são concebidas as soluções e que premissas são estabelecidas antes de se iniciar a atividade projetiva, bem como as tomadas de decisão que norteiam o processo como um todo.
- Capítulo 2 Mini e microgeração distribuída, armazenamento de energia elétrica e automação predial são tratados no segundo capítulo, em que são mostradas as tecnologias disponíveis, normas, boas práticas e as tecnologias aplicadas a princípios de resiliência.
- Capítulo 3 O terceiro capítulo apresenta a fundamentação de três tipos de processo de projeto: convencional, integrado, e em plataforma colaborativa. Nesse capítulo, também é explorada a aplicação das tecnologias das soluções propostas nos respectivos processos de projeto.
- Capítulo 4 São apresentados os passos metodológicos adotados na realização da pesquisa proposta, incluindo a análise do questionário aplicado a profissionais da área de projetos e a estrutura dos resultados obtidos. Também são abordadas as análises feitas para elaboração das diretrizes de integração em projeto das tecnologias propostas, resultado do questionário realizado e da fundamentação da pesquisa.
- Capítulo 5 No quinto capítulo, serão mostrados os resultados e discussões das diretrizes obtidas a partir do questionário e das fundamentações.

Quadro 2 - Estrutura do Trabalho

CAPÍTULO 1 – RESILIÊNCIA PARA EDIFICAÇÕES

A concepção de edificações mais resilientes propõe um novo paradigma na visão projetual. O foco é adaptar a edificação ao ambiente e a todas suas características, beneficiando-se delas, em vez de tentar controlar o ambiente e conter as mudanças e eventos ecossistêmicos (ORFF, 2020).

Resiliência é um conceito relativamente novo para a indústria da construção. Jennings, Vugrin e Belasich (2013) conduziram uma pesquisa para identificar os fatores que motivam agentes da construção a aderirem a princípios da resiliência. Uma das conclusões da pesquisa é que, além do termo ser pouco conhecido na indústria, sua definição ainda é não é clara. Os agentes parecem entender que é necessário adotar o princípio, mas não sabem como.

Phillips et al. (2017) concorda com Jennings, Vugrin e Belasich (2013) ao fundamentar sua metodologia na conclusão de estudos de que não há um consenso em relação à definição de resiliência, e que as práticas e estrutura de trabalho se sobrepõem ao conceito de sustentabilidade em determinados âmbitos, o que demanda mais pesquisas sobre o assunto.

Projetar com foco em resiliência é orientar decisões projetuais para que as estratégias da edificação sejam feitas de forma ordenada, como um organismo vivo, mantendo-se utilizáveis mesmo durante eventos disruptivos. Em alguns casos, edifícios resilientes podem, inclusive, servir como local seguro para a comunidade em que estão inseridos durante esses eventos (JENNINGS; VUGRIN; BELASICH, 2013; TIEN, 2018).

Este capítulo aborda a resiliência na construção civil, o cenário ambiental e social adotado para o trabalho e o processo de projeto visando a uma edificação mais resiliente.

1.1. Conceito de Resiliência na Construção Civil

Em cada área do conhecimento, a resiliência é apresentada sob uma perspectiva diferente. A seguir, é demonstrado como é conceituada a resiliência em outras áreas do conhecimento, na construção civil e no escopo deste trabalho.

Há mais de cem anos, o termo “resiliência” já era usado no ramo da termodinâmica para descrever a propriedade de materiais sólidos (PARK et al., 2013; TRAUTWINE, 1907).

Contudo, em 1973, Holling publicou, no *Annual Review of Ecology and Systematics*¹, um estudo na área da ecologia, expondo situações de sistemas ecológicos reais e as perspectivas diferentes dadas por cada teoria em relação àquele evento. Esse trabalho deu início às adaptações para o termo mais usual.

Holling descreve em seu trabalho duas características que aparecem no ecossistema analisado. A primeira é a estabilidade ecológica, que é a habilidade de o sistema de retornar ao equilíbrio após um distúrbio temporário, determinando que o sistema é mais estável quanto mais rápido esse evento terminar. Outra característica é a resiliência, definida como “capacidade de absorver mudanças e perturbações”; um sistema resiliente vai sempre atuar da maneira que foi projetado, pois é adaptável a mudanças de variáveis imprevisíveis, às quais está sujeito. Interpreta-se assim que sistemas resilientes resistem a mudanças não porque são rígidos, mas sim porque se adaptam a elas.

Na psicologia, Masten, Best e Garnezy (1990), em seu artigo sobre a resiliência e desenvolvimento de crianças que superam adversidades, definem a resiliência como “processo, capacidade ou resultado de uma adaptação bem-sucedida, apesar das circunstâncias desafiadoras ou ameaçadoras” (p.426). Cowen e Wyman (1998) discutem que tais crianças têm como característica chave bom ajuste diante de estresse significativo na vida. Logo, o conceito de resiliência, para psicologia, faz menção ao bom desenvolvimento da personalidade, que se considera adequado, diante de problemas que poderiam abalar o amadurecimento do indivíduo.

No livro “*Resilient by Design*”, Joseph Fiksel (2015) explica como deve ser o modelo mental das corporações que desejam progredir em um cenário de turbulências consequentes de muitas forças instáveis, incluindo mudanças culturais, políticas, tecnológicas e ambientais. Sua premissa principal é que os agentes devem antecipar e aproveitar as mudanças, e não tentar resistir a elas.

¹ A *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, publicada desde 1970, abrange desenvolvimentos significativos nos campos da ecologia, biologia evolutiva e sistemática, e como se aplicam a toda a vida na Terra. Revisões de ensaios abrangem tópicos que variam de filogenia, especiação e evolução molecular por meio de comportamento e fisiologia evolutiva para a dinâmica populacional, processos de ecossistemas e aplicações em biologia de invasão, conservação e gerenciamento ambiental (tradução livre).

Em 2013, o governo americano estabeleceu um plano para rápida recuperação de desastres como diretriz do plano de segurança crítica da infraestrutura e resiliência². Para tal, é necessária a implantação de três estratégias imperativas: 1. Plano nacional que identifica papéis e responsabilidades e é fundamentado pelo conhecimento, experiência, capacidades e responsabilidades; 2. Troca eficiente de informações, incluindo inteligência, entre todos os níveis de governos, proprietários e operadores críticos de infraestrutura; 3. Implementação de uma função de integração e análise para infraestrutura crítica, que inclui análise operacional e estratégica de incidentes, ameaças e riscos emergentes (THE WHITE HOUSE, 2013).

Inferem-se, a partir das definições do governo americano, algumas diretrizes administrativas para aplicação da resiliência. Primeiro, é preciso ter a clara definição das responsabilidades dos profissionais envolvidos a partir das expertises e capacidades. A segunda diretriz compreende a comunicação eficiente entre os agentes envolvidos para que haja identificação holística dos problemas e implementação rápida de orientações. A terceira é construída a partir das duas anteriores, a integração das soluções de forma estratégica para analisar e combater incidentes, ameaças e riscos emergentes.

Em seu livro “Gaia: Alerta Final”, James Lovelock (2009) já alertava para a ocorrência de drásticas turbulências que o ambiente sofrerá em consequência das mudanças climáticas. Segundo o autor, as alterações climáticas que o ser humano provocou passaram do “ponto de retorno” e não há maneira confiável de prever os eventos que ocorrerão. Na última década, há registros de eventos disruptivos (Quadro 3).

Medidas mitigadoras, como a simples redução do uso de combustíveis fósseis e eficiência do uso de energia elétrica, não serão suficientes. Segundo a análise do autor (LOVELOCK, 2009), o consumo de energia elétrica pelos usuários finais é apenas uma parte do problema. As cidades que ficam cada vez maiores demandam energia para sustentar serviços de infraestrutura e o fornecimento estável de energia elétrica. É preciso trabalhar ativamente para prevenir e remediar as perturbações que possam ocorrer.

² O termo "todos os perigos" significa uma ameaça ou um incidente, natural ou causado pelo homem, que justifique uma ação para proteger a vida, a propriedade, o meio ambiente e a saúde pública ou a segurança, e para minimizar interrupções no governo, sociais ou econômicas. Atividades. Inclui desastres naturais, incidentes cibernéticos, acidentes industriais, pandemias, atos de terrorismo, sabotagem e atividades criminosas destrutivas visando à infraestrutura crítica (tradução livre).

Ref.	Local	Data	Evento	Fonte
Tornado em Santa Catarina	Santa Catarina, Brasil	20 de abril de 2015	200 mil unidades consumidoras ficaram sem luz em cerca de 20 cidades da região	(G1 SC, 2015)
Incêndio em estação da CEB	Brasília, DF	23 de agosto de 2019	Incêndio em estação da CEB deixa 2,8 mil residências sem energia no DF	(G1 DF, 2019a)
Raio em subestação de Brasília	Brasília, DF	16 de novembro de 2019	Queda de raio provoca incêndio em subestação da concessionária	(G1 DF, 2019b)
Terremoto Porto Rico	Porto Rico	07 de janeiro 2020	Terremoto atinge a ilha de Porto Rico e cerca de 80% da população fica sem energia elétrica	(GALLUCCI, 2020)
Falta de Energia em Brasília	Brasília, DF	07 de julho de 2020	Apagão deixa 101.995 imóveis sem energia elétrica em três regiões	(G1 DF, 2020)
Explosão no Porto de Beirute	Beirute, Líbano	4 de agosto 2020	Explosão ocorrida na região portuária de Beirute deixa Embaixadas, condomínios, hospitais e escolas sem energia elétrica.	(ARANHA, 2020)
Tempestade em Santa Catarina	Santa Catarina, Brasil	14 de agosto de 2020	Tempestade acompanhada de granizo e ventos de até 100 km/h causou danos em ao menos 26 cidades do estado, deixando cerca de 40 mil residências sem energia elétrica.	(FOLHA DE S. PAULO, 2020)
Onda de Calor na Califórnia	Califórnia, EUA	Agosto de 2020	Onda de calor atinge a Califórnia e empresas fornecedoras podem cortar o fornecimento de energia elétrica em parte do dia pois a demanda de eletricidade para resfriar as residências está além da capacidade do fornecimento	(AP NEWS, 2020)

Quadro 3 – Exemplos de Eventos Disruptivos. Fonte: o autor.

No âmbito da engenharia e da arquitetura, Zhang e Lin (2010) definem a resiliência como a capacidade do sistema de se recuperar de contratemplos e adaptar-se ao novo estado do ambiente. Para isso, o projeto é munido de instrumentos que sejam dinâmicos e que possibilitem a dar uma rápida resposta diante de mudança das variáveis ao seu redor. Zhang e Lin (2010) também demonstram que a resiliência é confundida com outras características que a edificação pode abranger em seus conceitos, por exemplo, com confiabilidade, robustez ou com gestão de riscos.

A confiabilidade de um sistema pode ser definida como a capacidade de operar sua função dentro dos limites estabelecidos para tal, enquanto a robustez do sistema diz respeito à capacidade do sistema de desempenhar sua função sob perturbações imprevistas. Para exemplificar, Zhang e Lin (2010) ilustram uma mesa em que a confiabilidade é a característica que a mantém estável enquanto suportar o peso para qual foi projetada, enquanto robustez diz respeito à capacidade de suportar impactos de cargas maiores para os quais foi desenhada. A resiliência, nesse exemplo, é a capacidade da mesa de continuar operando de maneira adequada mesmo com a eventual perda de uma das pernas.

A abordagem da resiliência é associada também à gestão de riscos, o que não é adequado, pois “resiliência” e “gestão de riscos” têm perspectivas diferentes de princípio e projeto. Soluções de engenharia tendem a ser rígidas, com pouca flexibilidade de uso, e quando confrontadas com variáveis de eventos inesperados, as soluções são ampliadas e reforçadas, usando-se uma abordagem de gestão de riscos (PARK et al., 2013).

Park et al. (2013) explicam que o projeto baseado na gestão de riscos trabalha com fatores de preservação do sistema, no sentido de evitar mudanças (*status quo*), minimizando a probabilidade de falhas com estratégias de superdimensionamento e reforço das soluções implementadas. Os estudos são baseados em cenários quantitativos e semiquantitativos, focando em riscos identificados e em contexto com o grau de rentabilidade ou satisfação que se tem no uso dos produtos, medida de satisfação pertinente a um agente da área de economia.

Os autores complementam que o projeto baseado na resiliência se refere à adaptação dos sistemas da edificação às mudanças, ao invés de tentar resistir a elas. São soluções que admitem falhas em um certo nível, pois se focam em recuperação rápida e flexibilidade. As estratégias usadas têm característica de diversidade, adaptabilidade e renovação, dando autonomia aos agentes coordenadores. A pesquisa do contexto para planejamento e construção é feita em cenários que abrangem consequências políticas, econômicas e sociais de eventos que possam ocorrer.

Estabelecendo a diferença entre conceitos, este trabalho adota a premissa conceitual de que uma edificação resiliente tem condições de antecipar, absorver e adaptar-se às mudanças. O tópico seguinte aborda o cenário adotado para este trabalho.

1.2. Mudanças do Ambiente e Edificações

O mundo está passando por turbulências no âmbito econômico, social, político e cultural. As tecnologias evoluem ao mesmo tempo que lidamos com mudanças ambientais. Em um mundo cada vez mais globalizado e conectado, é inevitável associar todos esses fatores. Além disso, estudos mostram que o modo como se consome e vive atualmente é insustentável e é preciso que sofra alterações que visem à sustentabilidade e resiliência (GALLOPÍN, 2002; LOVELOCK, 2009; MENDES, 2014).

Para se ter uma visão sistêmica de análise do ambiente, considerando todos esses fatores descritos, as organizações competentes utilizam a ferramenta de cenários. O cenário³ é uma maneira de consolidar e antecipar conjunturas futuras, auxiliando a esclarecer as mudanças que podem ocorrer (GALLOPIN et al., 1997). Os autores esclarecem que, por permitirem uma visão holística, os cenários também se tornam uma plataforma para agentes pluridisciplinares trabalharem, discutirem e exporem suas preocupações com assuntos críticos que tangem a sua comunidade, e assim, buscar soluções coerentes para todos.

O cenário considerado para este trabalho baseou-se em duas revisões técnicas de cenários futuros: i) *Scenarios 2016 - The Grand Transition* (WEC, 2016); ii) *Shaping the Future of Construction Future Scenarios and Implications for the Industry* (WEF; BCG, 2018).

O documento “Scenarios 2016 - The Grand Transition”, produzido pela “World Energy Council” (WEC)⁴, explora três cenários para a demanda de energia até o ano de 2060:

1. *Modern Jazz*, um cenário orientado para o mercado, com muitas oportunidades de negócios, tecnologias inovativas e um mundo de economia próspera;

³ O processo de cenário foi investigado cientificamente na década de 1960 como uma necessidade do governo americano e de organizações internacionais de explorarem cenários baseados em fatores como incertezas políticas, planejamento de eficiência energética e consumo de combustíveis. Isso tornou possível a antecipação de crises e baseou planejamentos estratégicos (DURANCE; GODET, 2010).

O processo de cenário passa por, pelo menos, seis passos básicos para ser montado: 1. Caracterizar a situação atual. 2. Definir os problemas em foco. 3. Gerar dimensões críticas em que os cenários serão montados. 4. Identificar elementos motores, elementos fundamentais na mudança do cenário. 5. Definir elementos imutáveis em qualquer cenário. 6. Identificar incertezas críticas, que são elementos totalmente mutáveis e em que não há como garantir qualquer resultado com relação a esses eventos.

⁴ A “World Energy Council” (WEC) é um Conselho internacional não-governamental e sem fins lucrativos fundado no ano de 1923 em Londres (Reino Unido) com o objetivo de debater questões relativas à energia.

2. *Hard Rock* é um cenário de política e economia fragmentada, com baixo crescimento econômico e pouco acesso à energia. Consequentemente, há uma baixa cooperação para lidar com problemas climáticos e ambientais;
3. *Unfinished Symphony* é um cenário com forte cooperação global, com foco em planejamentos integrados para longo prazo e ações climáticas efetivas.

No relatório “Shaping the Future of Construction - Future Scenarios and Implications for the Industry ” publicado pela “World Economic Forum” (WEF)⁵, as questões da indústria da construção, infraestrutura e urbanismo, em três cenários, são trabalhadas:

1. *Building in a Virtual World*, um cenário no qual as pessoas vivem a maior parte do tempo em realidades virtuais, e máquinas inteligentes fazem o trabalho da indústria e construção;
2. *Factories Run The World*, um cenário no qual a construção e a infraestrutura são direcionadas por modulação e pré-fabricação economicamente eficientes;
3. *A Green Reboot*, que visa a conflitos globais por escassez de recursos. A construção e indústria são direcionados por métodos seguro e ecológico para todos.

Os cenários descritos por essas instituições abrangem análises com resoluções sociais, tecnológicas e ambientais diferentes. Porém há proposições em comum, que são inerentes a qualquer cenário. Esses pontos estão destacados no Quadro 4 como o cenário adotado para este projeto. Selecionaram-se nesse cenário os aspectos a serem tratados – Eficiência Energética, Demanda por Energia elétrica, Geração de Energia Elétrica, Transporte particular e público com veículos elétricos, Distribuição de Energia elétrica, Profissões prioritárias e Tipologia e uso de edificações.

⁵ A “World Economic Forum” (WEF) é uma organização internacional sem fins lucrativos de cooperação público e privada fundada no ano de 1971 em Genebra (Suíça), visando envolver agentes da sociedade em agendas globais.

Cenário para a Dissertação		
Pontos em comum mais fortes entre os cenários avaliados	Eficiência	<p>A automação beneficiará a eficiência de uso dos equipamentos e da própria edificação. A base de dados montada a partir da interconectividade dos sistemas somada com a inteligência artificial fará com que a experiência seja aprimorada a todo momento.</p> <p>As construções também serão automatizadas, reduzindo perdas, desperdícios e diminuindo gastos de energia. Máquinas farão a maior parte do serviço, enquanto o ser humano fará manutenções e pequenos trabalhos específicos.</p>
	Demanda	A demanda por energia elétrica aumentará. Usando menos combustíveis fósseis, o consumo será primariamente de energia elétrica, gás sintético natural e hidrogênio.
	Geração	Fontes renováveis de energia elétrica serão usadas em larga escala, principalmente fotovoltaica e eólica. A demanda por novas tecnologias estimulará a pesquisa nessa área na busca por geradores de energia renovável.
	Transporte	Veículos elétricos serão dominantes e serão uma grande carga consumidora de energia elétrica. Meios de transportes públicos, privados e serviços de entrega serão movidos a energia elétrica e alterarão a forma com que nos deslocamos.
	Distribuição e Armazenamento de Energia	A rede de energia continuará sendo integrada e será ainda maior do que hoje. Sistemas de armazenamento de energia serão de grande valor para que haja resiliência das mudanças repentinas do ambiente e da economia.
	Mercado de trabalho	Profissionais de <i>software</i> , automação, eficiência, robótica e afins estarão em grande valor na área da construção. Especialistas em sustentabilidade, resiliência e economia ajudarão das diretrizes de cada projeto.
	Edificações	Os edifícios terão usos múltiplos a fim de reduzir a necessidade de novas construções. Construções ilegais ou com alto índice de emissão de CO ₂ serão multadas e condenadas. Empreiteiras farão uso de materiais preferencialmente pré-fabricados e todo resíduo, seja de fábrica ou da construção, será reciclado.

Quadro 4 - Cenário Adotado para a dissertação

Todos os detentores de interesse e tomadores de decisão são desafiados a avaliar os cenários e iniciar mudanças de comportamento e de modelo mental. As mudanças climáticas,

cada vez mais discutidas, trazem consigo fatores que são críticos e afetarão diretamente a forma de viver. Com as mudanças do clima, eventos naturais extremos, como chuvas, secas, furacões e outros, tornam-se mais frequentes e difíceis de prever. Tendências disruptivas no setor energético são inerentes a essas mudanças.

A demanda por energia, desde 1970, vem sendo suprida, mundialmente, por fontes derivadas de combustíveis fósseis (WEC, 2016). A queima de combustíveis fósseis influencia diretamente o aquecimento global, e, conseqüentemente, influencia essas mudanças climáticas. Por isso, um dos desafios tecnológicos deste século é a mudança das fontes de energia e como são usadas as fontes que estão disponíveis (GARCEZ, 2015).

No início do século XX, não era imaginável que energias renováveis pudessem competir com os combustíveis fósseis, até porque não era consabida a necessidade dessa substituição. Porém, no início dos anos 2000, houve um aumento do interesse político pela substituição de fontes de energia fósseis por renováveis, especialmente quando as mudanças climáticas tornaram-se mais evidentes (FRANKFURT SCHOOL-UNEP CENTRE/BNEF, 2019).

Energias geradas a partir de fontes solar e eólica começam a ter redução dos custos a partir de investimentos feitos em novas tecnologias. A energia renovável de baixo custo é evidenciada por sua importância e ganha destaque na geração. Com isso, tecnologias de integração, como baterias e outras formas de armazenar energia entram em cena (FRANKFURT SCHOOL-UNEP CENTRE/BNEF, 2019).

É preciso entender energia além da “energia elétrica”. Deve-se considerar que outras energias podem igualmente realizar o trabalho que é empenhado à energia elétrica⁶. Fontes renováveis trazem a oportunidade de pensar no uso da energia de maneira que se tire melhor proveito dela.

Deve-se lembrar que o uso energia renovável esteve na humanidade mesmo antes do avanço tecnológico moderno, por exemplo, através do uso da força mecânica dos ventos para

⁶ Geralmente, não é a energia elétrica que é requisitada para o trabalho demandado. A energia elétrica é uma forma de carregar uma energia potencial, que é transformada à medida que é requisitada. Por exemplo, pode-se gerar energia elétrica a partir de módulos fotovoltaicos (usando energia solar), em seguida usar essa energia para aquecer água dentro de uma residência.

impulsionar barcos a vela ou girar moinhos para moer grãos, bombear água ou produzir energia elétrica.

A geração de energia elétrica ocorre a partir da transformação de outra forma de energia. As usinas hidroelétricas, por exemplo, transformam energia potencial em energia elétrica por meio de turbinas geradoras. Células fotovoltaicas em painéis solares geram energia por intermédio da conversão da energia da luz solar em elétrica, e as turbinas eólicas convertem pressão do ar em eletricidade. Independente da forma de geração, o processo de transformação de energia tem perdas desde a geração até a transmissão e distribuição para o usuário final.

Outras tecnologias emergem suprimindo necessidades à medida que se exteriorizam, como é o caso do armazenamento de energia. Baterias são a forma mais comum quando se pensa em armazenamento, mas essas baterias são apenas uma forma de armazenamento de um tipo de energia, a elétrica. Mas as mudanças na forma de utilizar e consumir energia só são possíveis com a mudança tanto na mentalidade dos tomadores de decisão quanto dos usuários. Isso reflete a maneira com que os usuários se deslocam na cidade, trabalham e vivem.

A mudança no paradigma tecnológico energético afeta diretamente as edificações pois são responsáveis por 40% do consumo de toda energia (CORREIA, 2012). A exposição das edificações aos fenômenos climáticos requer atenção por parte dos projetistas, engenheiros e tomadores de decisão. Atenção especial deve se refletir em tomadas de decisão e *designs* mais resilientes, em que se pense, desde a concepção da edificação, em maneiras de antecipar problemas e aproveitar as mudanças.

O projeto das edificações conta com estratégias passivas e ativas. Estratégias passivas fazem parte de um conceito de edificação com baixo consumo energético pois conseguem fazer o maior aproveitamento das energias renováveis a partir do projeto (LAMBERTS; DUTRA; PEREIRA, 2014). As estratégias ativas são aquelas que fazem uso de sistemas tecnológicos para operar, geralmente usados para condicionamento de ar e iluminação.

Para que essas estratégias tenham um melhor aproveitamento, Figueiredo (2009) afirma que a interação dos profissionais e tomadores de decisão, desde a concepção do projeto, faz-se necessária. A interação de especialistas desde a concepção da edificação possibilita a análise do projeto que contempla a melhor eficiência e experiência para a edificação. Esse processo de projeto é nomeado Projeto Ambiental Integrado e será explorado mais a frente neste trabalho.

1.3. Projeto e Resiliência

A resiliência é mais eficaz quando o conjunto de soluções é absorvido na concepção do projeto (FIKSEL, 2015). Para se conceber o projeto de uma edificação mais resiliente, é necessário que as soluções de arquitetura e engenharia sejam norteadas pelo conceito de adaptação desde a concepção e primeiros estudos (TIEN, 2018).

Segundo Tien (2018), planejar resiliência vai além dos sistemas estruturais do edifício, pois a resiliência não depende apenas de uma disciplina específica de projeto. Sistemas hídricos, energéticos e alimentícios também devem ser considerados, pois proporcionam suprimentos básicos para a edificação. A autora explica que por ser o destino final dos produtos gerados por esses sistemas, a edificação deve contemplar soluções resilientes. Prever o uso de tecnologias, principalmente as que fazem uso de recursos renováveis é uma grande vantagem para a edificação em casos de eventos que alterem o ambiente.

Portanto, soluções para gerar e estocar suprimentos hídricos, energéticos e alimentícios na edificação conferem maior autossuficiência. A inclusão dessas tecnologias no projeto permite sua operação otimizada na fase de uso da edificação. As vantagens da edificação resiliente pelo projeto podem levar muito tempo para serem percebidas, já que seus maiores benefícios vão aparecer em eventos de mudanças repentinas do ambiente. Por exemplo, caso haja um problema na rede de distribuição da concessionária, uma edificação resiliente deve ser capaz de continuar operando, mesmo sem esse fornecimento externo (TIEN, 2018).

Tien (2018) identifica quatro vetores de transformação, que podem impulsionar a integração de sistemas de resiliência das edificações. O primeiro é o vetor econômico, considerando que, de forma geral, os tomadores de decisão visam menor custo. Por isso, é preciso demonstrar o valor econômico da edificação resiliente, e um potencial para isso é a demonstração da redução de custos operacionais, dos menores custos de manutenção e maior tempo de funcionalidade ao longo do ciclo de vida da edificação..

O segundo vetor de transformação é constituído pelos requisitos legais, que têm o importante papel de estimular a integração das soluções resilientes constituindo normas e instrumentos legais que agreguem e quantifiquem os sistemas resilientes, além de regular o uso das soluções em projeto.

Esquemas de certificações voluntárias de construções sustentáveis são o terceiro vetor de influência. Esses programas de certificação demonstram que soluções sustentáveis

promovem economia de projeto e aumento do conforto e produtividade na edificação, entre outros benefícios.

Por último, tem-se o vetor social. Esse vetor é trabalhado a partir da influência dos três vetores anteriores, demonstrando as possibilidades de economia social e do bem público, benefícios da adoção de medidas preventivas para as edificações e segurança para um cenário inconsistente.

Com a mentalidade de redução de custos do setor da construção, são necessários estudos de simulação de eventos em que o projeto reduzirá gastos, aumentando o interesse por esse tipo de construção (JENNINGS; VUGRIN; BELASICH, 2013; TIEN, 2018).

Plataformas de estudo, pesquisa e comunicação estão surgindo, como a “ResilientCity.org (RCO)” e a “Resilient Design Institute (RDI)”, para difundir conhecimento sobre sustentabilidade e resiliência em construções. Essas plataformas não governamentais foram montadas para impulsionar a resiliência na construção civil, proporcionando um espaço para troca de informações e divulgando a conscientização da necessidade de se projetar com resiliência como um objetivo para os próximos anos.

A RCO e a RDI promovem, separadamente, em seus sítios institucionais, uma lista com princípios da resiliência e uma descrição de como projetar soluções que melhorem a resiliência da edificação. Pela similaridade das listas dos dois portais, optou-se pela lista da RDI por esta abranger os itens existentes na lista do RCO, além de explorar alguns tópicos com mais detalhamentos.

A seguir, a lista dos dez princípios básicos para um projeto resiliente, segundo a RDI (tradução e adaptação livres):

1. A resiliência trata as várias escalas dos ecossistemas e do tempo, ou seja, são soluções que vão além da edificação individual, trabalhadas em médio e longo prazo;
2. Sistemas resilientes proveem necessidades básicas humanas – água potável, saneamento básico, energias, condições habitáveis (temperatura e umidade), iluminação, ar seguro, saúde dos ocupantes, e alimentos; sem hierarquia de prioridades;
3. Redundância e diversidade são inerentes a sistemas mais resilientes – a diversidade nos sistemas oferece uma resposta mais rápida a mudanças no

cenário. A redundância prove uma segurança de serviços, especialmente nos sistemas de eletricidade, água e transporte;

4. Sistemas mais resilientes são simples e passivos – sistemas muito complexos ou em que existem alta manutenção são indesejados no projeto;
5. Durabilidade aumenta a resiliência – práticas que ajudem na durabilidade da infraestrutura, ecossistema e na estética da edificação (construções estéticas, culturalmente valorizadas e simbolicamente reconhecidas serão mantidas, potencializando sua durabilidade).
6. Uso de suprimentos locais, de fontes renováveis e fontes próximas são mais resilientes – ter suprimentos renováveis e naturais da região é mais adequado que aqueles que estão a longas distâncias ou de difícil acesso ao usuário ou edificação;
7. Resiliência fortalece as condições de antecipar interrupções para evitar respostas aleatórias. Adaptação a eventos relacionados e não-relacionados a mudanças climáticas, como temperaturas elevadas, terremotos, tempestades intensas e alteração do nível do mar, inundações, secas e incêndios, é uma necessidade crescente. Ter condições para responder a essas mudanças é uma oportunidade e requer melhorias de projeto;
8. Replicar sistemas e soluções desenhadas pela natureza fazem parte da concepção de resiliência – a utilização de análises de sistemas naturais que evoluem em função da resiliência oferece uma base de estudos;
9. Respeito social e equidade são aspectos necessários para ambientes resilientes. Comunidades fortes, culturalmente diversas, nas quais as pessoas se conhecem, respeitam e cuidam umas das outras tendem a obter melhores resultados em momentos de estresse ou distúrbios.
10. Não existe resiliência absoluta – é preciso reconhecer que, nos sistemas que compõem a edificação, há sempre espaços para melhorias. Por isso, é preciso considerar a implementação de adaptações dos sistemas em curto, médio e longo prazo.

Para que esses princípios sejam aplicados no desenvolvimento de projetos, é necessária uma mudança de mentalidade da equipe de projeto, iniciada pelos líderes. As estratégias de desenvolvimento são diferentes de um processo de projeto convencional e são inevitáveis conflitos e rejeições dentro da equipe (FIKSEL, 2015). O modelo mental a ser adotado não

deve ser focado em soluções singulares no projeto, exigindo a adoção de um pensamento sistêmico para o funcionamento da edificação de maneira ampla, e não apenas pontual, que deve trabalhar em conjunto e de forma ordenada para alcançar objetivos comuns.

Em vista da necessidade de as soluções de projeto para o fortalecimento da resiliência das edificações serem abordadas em conjunto, o processo de projeto é melhor aproveitado quanto maior for a integração das disciplinas e dos sistemas do projeto. Sistemas integrados aumentam a resiliência por meio da capacidade de absorver, restaurar e se adaptar a mudanças do ambiente ou a catástrofes. Uma abordagem mais holística permite interações mais positivas com o sistema completo assim como o melhor proveito da qualidade desse sistema (FIKSEL, 2015; JOHANSEN; HORNEY; TIEN, 2017; THE WHITE HOUSE, 2013).

Os sistemas de energia e infraestrutura têm impacto direto na saúde e segurança dos usuários (JOHANSEN; HORNEY; TIEN, 2017). Dessa forma, projetos integrados precisam considerar as instalações prediais para oferecer a oportunidade de crescimento da resiliência. A resiliência vai além da segurança física estrutural do edifício, deve incluir os sistemas auxiliares de infraestrutura (TIEN, 2018) para que abarque os desafios que fazem parte dos futuros cenários.

Frequentemente os edifícios têm conexões, direta ou indiretamente, com todo sistema de suprimento de energia da rede de distribuição. Por não ter uma geração própria, há uma dependência das edificações de se conectarem, fisicamente, à rede para obter seu suprimento de energia elétrica. Em caso de catástrofes, edifícios capazes de produzir, armazenar e gerenciar a energia elétrica estão menos sujeitos a serem desligados por falhas na rede de suprimento e energia.

Portanto, o projeto para uma edificação mais resiliente deve ter, em sua concepção, a automação predial e a microgeração e armazenamento de energia elétrica, de forma que a arquitetura do edifício favoreça e potencialize, em sua concepção, a integração dessas três tecnologias. A microgeração e armazenamento de energia elétrica atuam para que a autonomia e outros requisitos, que serão identificados nos próximos capítulos, sejam atendidos.

1.4. Síntese Analítica

A definição de resiliência de Park et al. (2013) assemelha-se muito à definição de Holling (1973), sugerindo que deve-se estudar, analisar e conceber projetos de edificações resilientes como ecossistemas que trabalham em harmonia. Essa definição está alinhada com o oitavo princípio de resiliência definida pela RDI (2019), em que soluções resilientes replicam sistemas já encontrados na natureza e que podem ser utilizados como referências na concepção de soluções de projeto.

A absorção e a aplicação do conceito de resiliência no desenvolvimento de projetos ainda encontram resistência por parte dos atores e profissionais envolvidos, considerando a fragmentação característica de processo de desenvolvimento do projeto e a cultura dos profissionais que ainda não exercitam ou aplicam o conceito e princípios do *design* para a resiliência.

Importante também enfatizar que, no cenário adotado para este trabalho, o uso de energia elétrica será cada vez maior. Tem-se, portanto, a necessidade de buscar fontes de energia e soluções que sejam mais eficientes e que causem o menor impacto possível sobre o meio ambiente e os ecossistemas.

Como o décimo princípio da RDI (2019) reitera, não há solução absoluta de resiliência. É preciso estudar o contexto social, ambiental e político em que o projeto será inserido para implantar soluções que possam melhor ser implementadas e adaptadas.

Em suma, os dez princípios para resiliência promovidos pela RDI são:

1. A resiliência trata as várias escalas dos ecossistemas;
2. Sistemas resilientes devem prover necessidades básicas humanas;
3. Redundância e diversidade são inerentes a sistemas mais resilientes;
4. Sistemas mais resilientes são simples e passivos;
5. Durabilidade aumenta a resiliência;
6. Uso de suprimentos locais, de fontes renováveis e fontes próximas;
7. Condições de antecipar interrupções para evitar respostas aleatórias;
8. Replicar sistemas e soluções desenhadas pela natureza fazem parte da concepção de resiliência;
9. Respeito social e equidade são aspectos necessários para ambientes resilientes;
10. Não existe resiliência absoluta.

CAPÍTULO 2 - MINI E MICROGERAÇÃO DISTRIBUÍDA, ARMAZENAMENTO DE ENERGIA ELÉTRICA E AUTOMAÇÃO PREDIAL

Energia elétrica é um bem essencial para a sociedade moderna. Quase todos os serviços e trabalhos realizados em todos os setores demandam uso de eletricidade e, segundo relatório emitido pela *World Energy Council* (WEC) de 2016, o consumo de energia elétrica mais do que dobrou quando comparado com a década de 1970. Espera-se que, até o ano de 2060, a demanda por energia elétrica tenha dobrado novamente.

Tendo a eletricidade como um bem básico e indispensável, é fundamental que se concebam soluções não apenas com tecnologias de maior eficiência energética, mas também com gerenciamento e controle adequado dessas tecnologias para que não haja desperdício de energia elétrica (BRAGA, 2013) em seu uso e operação.

As tecnologias de mini e microgeração distribuída, armazenamento de energia elétrica e automação predial contribuem diretamente para a resiliência da edificação. A automação contribui para eficiência energética, enquanto a mini e microgeração distribuída e o armazenamento de energia elétrica permitem a autossuficiência energética da edificação.

O foco da integração e uso dessas tecnologias é a otimização do uso de energia elétrica e a autossuficiência da edificação em relação ao fornecimento da rede externa, o que contribui para eficiência energética no local de consumo e para a rede em que a edificação está inserida.

Nesse contexto, os equipamentos e máquinas adquiridas devem ser atestadas com níveis de eficiência para que a energia elétrica seja mais bem aproveitada. Todavia, as máquinas dependem do manuseio do usuário para operação, o que pode ser um fator para interferir de forma negativa na gestão da eficiência energética.

O comportamento do usuário é crucial para a eficiência energética da edificação. Janda (2011) explica que, além da integração dos equipamentos, é necessária uma estratégia para um controle efetivo do uso desses equipamentos, a fim de se alcançar a eficiência energética por meio do projeto, tecnologia e comportamento do usuário.

“[...] pode-se argumentar que a redução do uso de energia nos edifícios exige mudanças em todo o tecido da sociedade, não apenas na forma e na natureza dos edifícios.” (Janda, 2011, p. 15; tradução nossa)

As soluções de automação dos sistemas ativos da edificação são analisadas neste capítulo, demonstrando o potencial de redução do uso de energia elétrica na edificação, sem prejudicar o conforto do usuário e o funcionamento adequado da edificação.

A microgeração local de energia elétrica é apresentada neste trabalho como uma das soluções possíveis para que os edifícios não sejam totalmente dependentes de fornecedores externos para terem abastecimento de energia elétrica. Além disso, para manter o fornecimento constante de energia elétrica, sistemas de armazenamento, como baterias, são uma solução cada vez mais viável economicamente e com dimensões compactas, dada a pesquisa e avanço da tecnologia.

A possibilidade de microgeração local não dispensa a conexão da edificação com a rede externa, já que o excesso de energia gerado pode ser disponibilizado para uso das edificações próximas (ANEEL, 2012), aliviando a carga energética que a rede precisa disponibilizar na região. Portanto, um sistema que é resiliente contribui não apenas para a eficiência energética do próprio edifício, mas também para todo o ambiente em que está inserido.

Este capítulo descreve tecnologias disponíveis, requisitos legais, normas técnicas e boas práticas em mini e microgeração distribuída, armazenamento de energia elétrica e automação predial, com foco no processo de projeto, analisando diretrizes para integração das tecnologias propostas e possíveis obstáculos de implantação, além de fatores como uso e manutenção em geral.

Nos itens 2.1.1; 2.2.1 e 2.3.1, são apresentados os equipamentos e/ou dispositivos disponíveis para cada uma das tecnologias propostas. Nos itens 2.1.2; 2.2.2 e 2.3.2, são apresentados os respectivos requisitos legais, as normas e boas práticas.

Dos dez princípios básicos para um projeto resiliente formatados pela RDI e apresentados no CAPÍTULO 1 – RESILIÊNCIA PARA EDIFICAÇÕES, foram selecionados seis que têm mais relação com as tecnologias propostas no trabalho. As mútuas interações entre esses princípios e as tecnologias propostas foram analisadas nos itens 2.1.3, 2.2.3 e 2.3.3, assim como os respectivos obstáculos de implantação, nos itens 2.1.4; 2.2.4 e 2.3.4.

2.1. MINI E MICROGERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA

A geração de energia elétrica pode ser classificada, geograficamente, em centralizada e distribuída. A geração centralizada é aquela que acontece em grandes usinas e é transportada para as regiões de consumo por linhas de transmissão. A geração distribuída é a geração de energia que acontece no próprio local do consumo ou em suas proximidades.

A rede brasileira de transmissão de energia elétrica denominada Sistema Interligado Nacional – SIN – tem ampla cobertura e está presente em todos os estados brasileiros e o Distrito Federal, como mostra o mapa da Figura 1. Essa rede foi construída a fim de melhorar a qualidade e manter a robustez no fornecimento da energia elétrica, que se torna mais estável com as conexões estabelecidas. Há uma melhora na qualidade entregue uma vez que é possível sustentar o fornecimento de um centro consumidor de energia elétrica mesmo com a falha de uma das usinas geradoras (BRASIL; MME; EPE, 2018).

A robustez no fornecimento de energia é essencial para um funcionamento ininterrupto dos serviços da edificação, tais como fornecimento de água limpa e potável, iluminação artificial, garantia de suprimento e condicionamento de ar adequado para respiração, além do maquinário específico da edificação.

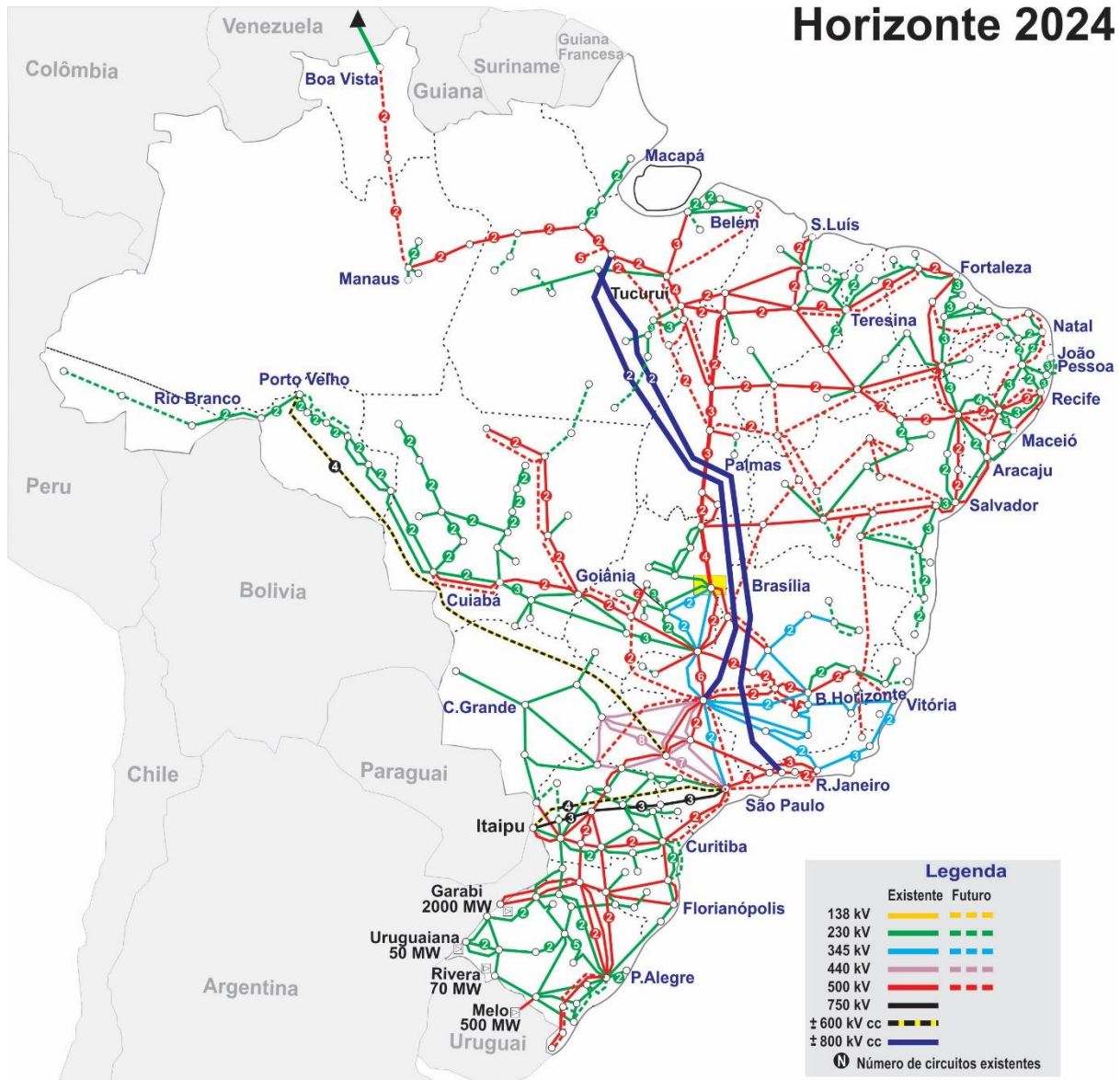


Figura 1 - Mapa das principais Linhas de Transmissão existentes e projeções (Fonte: Página eletrônica do Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS), acessado em 2020⁷)

As linhas de transmissão de energia enfrentam problemas que causam perturbações, com interrupção no fornecimento de energia elétrica para os consumidores finais. Segundo o relatório emitido pela ANEEL em 2018, houve 3768 desligamentos forçados da rede por variadas causas, como demonstrado na Figura 2.

Em grande parte, a construção e a consequente manutenção dessas redes ocorrem em áreas afastadas de cidades, fora do controle direto dos usuários, que são consumidores cativos

⁷ Disponível em <http://www.ons.org.br/paginas/sobre-o-sin/mapas>; Acesso em 31 de julho de 2020.

e dependentes da administração da rede; que, por sua vez, tem pouco controle de proteção a fatores externos como intempéries e acidentes.

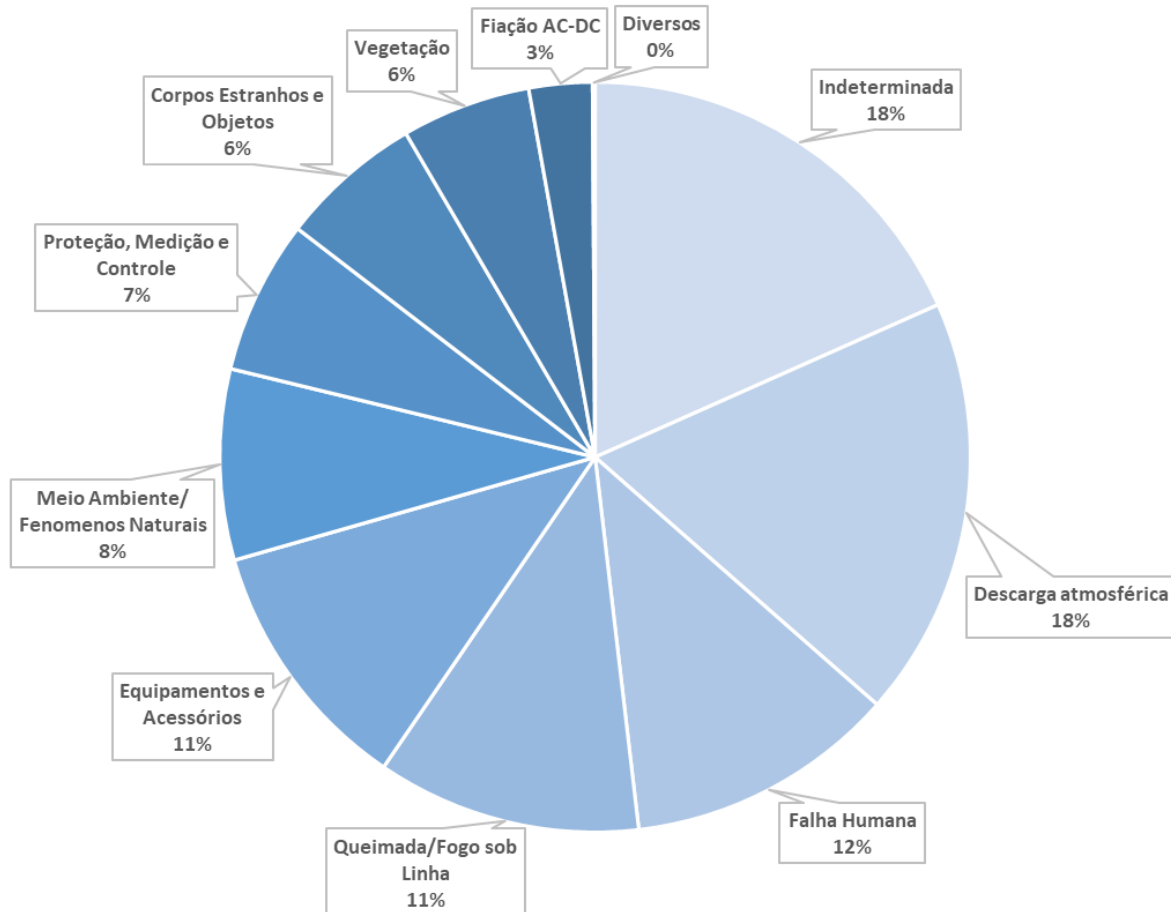


Figura 2 - Problemas na Distribuição de Energia Elétrica (Fonte: Adaptado de ANEEL, 2018)

Existem também outros desafios para manter o fornecimento e a qualidade de energia elétrica na rede de distribuição. Fuchs (2015) identifica algumas patologias da rede que causam problemas na transmissão da energia elétrica, devido à fonte geradora encontrar-se a dezenas de quilômetros dos centros consumidores:

Queda de tensão	Rendimento dos Transformadores	Efeito Corona
<ul style="list-style-type: none"> •O comprimento da rede faz com que se tenha uma queda natural da tensão, resultado do efeito <i>Joule</i> dos cabos de transmissão 	<ul style="list-style-type: none"> •Os equipamentos das subestações, parte da rede de transmissão, não possuem um rendimento de funcionamento perfeito, fazendo com que uma parte da energia elétrica seja transformada em calor e perdida durante o processo de elevação e rebaixamento da tensão. 	<ul style="list-style-type: none"> •Para linhas de grande tensão, geralmente acima de 345 kV, o campo elétrico na superfície do cabo rompe o dielétrico do ar produzindo pequenas descargas em volta do cabo. Esse efeito gera desperdício de energia na transmissão da rede.

Figura 3 - Patologias da rede de transmissão elétrica. (Adaptado de FUCHS, 2015).

A geração de energia elétrica a partir das energias renováveis tem registrado crescimento na última década (WEF, 2019a). Mundialmente, excluindo grandes hidroelétricas, a geração a partir de renováveis era de 414 GW em 2009 e, no final de 2019, era 1650 GW, segundo levantamento da *British Petroleum* (BP, 2020).

O crescimento da geração de energia por fontes renováveis é atribuído ao fato de a queima de combustíveis fósseis ter sido identificada como uma das causas para o aquecimento global (LOVELOCK, 2009; OWUSU; ASUMADU-SARKODIE, 2016). Com o aumento do uso das tecnologias de geração de energia por fontes renováveis, os investimentos para aplicá-las tornaram-se menos onerosos e mais atrativos (NASCIMENTO, 2017). No Brasil, apenas a geração fotovoltaica, passou de 935MW em 2017 para 1798MW em 2018 (EPE, 2019).

A conscientização por parte dos governos e usuários da necessidade de enfrentar o aquecimento global contribui para que haja um aumento no consumo de soluções e produtos mais sustentáveis de tecnologias de geração de energia por fontes renováveis. O mercado reage a essa demanda com ofertas de tecnologias mais avançadas, mais acessivas e disponíveis.

O avanço da tecnologia permitiu o uso de fontes renováveis para gerar energia elétrica, cada vez mais demandada na nossa sociedade. Cook et al. (2010) destacam a energia eólica e fotovoltaica como os dois maiores potenciais de geração distribuída e de implementação. O

tópico seguinte analisa essas tecnologias identificando as características e os princípios para instalação.

2.1.1. Tecnologias disponíveis

O Brasil destaca-se mundialmente com um grande potencial de geração de energia solar, com a média de irradiação solar variando entre 1.200 e 2.400kWh/m/ano. Esse valor é muito superior se comparado à média de países europeus, como Alemanha, que lidera uma das maiores expansões fotovoltaicas do mundo (MACHADO; MIRANDA, 2015) mesmo com um potencial relativamente baixo, variando de 900 a 1.250kWh/m²/ano (BRASIL, 2012).

O potencial mundial de geração eólica é estimado em 500.000 T.W.h/ano, do qual 10% é tecnicamente aproveitável e representa quatro vezes o consumo mundial de energia elétrica (ALVES, 2010). Para análise correta do potencial de geração eólico, é necessário um estudo cuidadoso dos ventos de cada região, mas um levantamento geral feito por estações meteorológicas e aeroportos pode dar uma boa ideia dos resultados esperados (ANEEL, 2005).

As principais características de cada tecnologia são descritas a seguir e são importantes para entender fatores de planejamento, construção e manutenção que podem influenciar no projeto e operação da mini e microgeração de energia elétrica.

2.1.1.1. Módulos Fotovoltaicos⁸

Um módulo fotovoltaico é um conjunto de células fotovoltaicas ligadas em série ou paralelo. Essas células são acomodadas em uma estrutura de vidro reforçado com uma esquadria de alumínio para proteção física, além das instalações elétricas para funcionamento (PEREIRA; OLIVEIRA, 2015).

O conjunto de módulos fotovoltaicos caracteriza uma instalação fotovoltaica. O rendimento dessa instalação depende de características de instalação e manutenção, além de fatores situacionais como exposição solar e sombreamento adjacente.

⁸ Este item sumariza a montagem, o funcionamento e as aplicações dos módulos fotovoltaicos. Os índices de eficiência, análises e outras informações foram extraídos do livro “Curso Técnico Instalador de Energia Solar Fotovoltaica” escrito por Pereira e Oliveira, publicado em 2015.

Células fotovoltaicas dividem-se nos grupos monocristalino, policristalino e amorfo. Todos os grupos usam silício (Si) como base para fabricação, a principal diferença entre os grupos é o grau de pureza do silício usado na produção, o que influencia na eficiência de conversão da energia solar em energia elétrica.

As células monocristalinas são mais puras e, por isso, têm maior rigor no processo de produção, tornando-se o grupo de células mais eficientes (BRASIL, 2012). Seu rendimento de conversão de luz solar em eletricidade varia de 15% a 18%.

Atualmente, os módulos policristalinos ainda são economicamente mais acessíveis e utilizados. O processo de fabricação faz com que os átomos de silício formem uma estrutura policristalina e tem seu rendimento mais reduzido quando comparado com as células monocristalinas, variando de 13% a 15%.

O silício amorfo se diferencia pela característica física. É uma célula muito fina e flexível, podendo ser associada a superfícies de vidro ou metal. No entanto, seu rendimento é bastante reduzido, variando de 5% a 7%. Muitas das suas aplicações são direcionadas para integrar a estética da edificação.

Os módulos fotovoltaicos podem ser instalados em lajes ou em estruturas ligadas diretamente ao solo, como é o caso do edifício do Centro Sebrae de Sustentabilidade (Cuiabá – MT), que demonstrou que é possível cobrir todo o estacionamento de veículos com módulos fotovoltaicos e fazer melhor aproveitamento deste espaço (Figura 4). Em outros casos, telhados de residências, galpões, comércios, entre outros podem ser utilizados como superfície de apoio para instalações fotovoltaicas.



Figura 4 - Foto aérea Centro Sebrae de Sustentabilidade (Foto: Página eletrônica do Centro)

Já os módulos de célula fotovoltaica amorfas, pela sua característica de maleabilidade e transparência, são focados no mercado de integração da geração fotovoltaica com o *design* da edificação. Os produtos para essa tecnologia são voltados para integração com fachadas de vidro e sombreamento parcial.

O uso dessa tecnologia em fachadas mostra-se bastante promissor, não apenas gerando energia, mas também reduzindo o ganho de calor do ambiente quando comparado com o método mais comum de vidros duplos (PENG et al., 2015).

Para implantação da tecnologia fotovoltaica, devem-se considerar fatores relativos ao tempo de exposição solar, dimensão da área de exposição e irradiação solar da região, considerando também sombreamento adjacente à edificação. Além disso, fatores intrínsecos da instalação também causam perdas no sistema (Tabela 1).

Causa	Perda
Perda nos cabos	0,5 – 1%
Incompatibilidade das Placas	1 – 2%
Inversor	2,5 – 5 %
Sujeira	1 – 8%
Perda por temperatura	7 – 18%
Média	15%

Tabela 1 - Fatores de eficiência da instalação fotovoltaica Fonte: adaptado da NBR 16690

Para a análise da estimativa da energia produzida pelo sistema fotovoltaico, deve-se coletar dados no mapa de incidência de radiação desenhado na região, geralmente encontrado em centros de referência de registro do mapa solar ou centros de apoio à instalação fotovoltaica.

De posse das coordenadas geográficas da área de instalação, pode-se estimar a irradiação diária média (IDM) durante todo ano, além dos picos máximos e mínimos, obtendo instruções dos meses maior e menor produção.

A área de exposição pode ser interpretada como a área total em que os módulos ficarão expostos ao sol. É importante notar que o ângulo, em relação à horizontal, é tão importante quanto a área de exposição.

2.1.1.1. Turbinas eólicas

A geração de energia eólica se baseia no princípio da força de um deslocamento de ar aplicado às hélices de um eixo girante, transformando a energia cinética do vento em energia mecânica, elétrica ou direcionando a energia cinética, como no caso de barcos veleiros.

No caso da energia elétrica, a força do vento gira as pás que estão acopladas a um eixo rotativo. Este eixo, por sua vez, é conectado a uma caixa de marchas para controle de altas e baixas rotações. Estas rotações dão a inercia necessária para que seja gerada energia elétrica (SUMATHI; ASHOK KUMAR; SUREKHA, 2015).

Há dois grupos de geradores de energia elétrica eólicos (também chamados de aerogeradores): Geradores de eixo Horizontal e Geradores de eixo Vertical (Figura 5). A principal diferença entre os grupos é o local de instalação e a potência gerada.

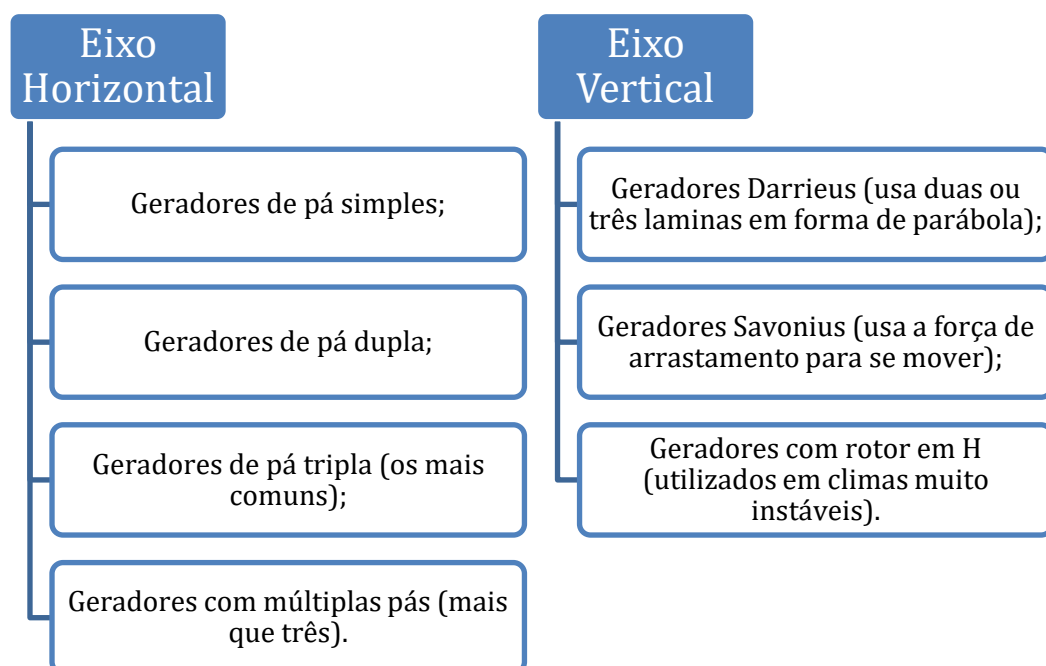


Figura 5 - Sistemas de geração eólicas. Figura do autor. Adaptado de DUARTE (2010)

Os geradores de eixo horizontal têm o eixo de rotação do rotor paralelo ao deslocamento do vento. Instalado em estruturas maiores que vinte metros, podem captar ventos de maior velocidade. Aerogeradores de três pás são os mais comuns por mostrarem melhor adaptação à mudança de direção dos ventos (BELLINI et al., 2017).

Geradores de eixo vertical tem maior utilização em áreas urbanas, aproveitando os ventos verticais que são canalizados pelas edificações. Apresentam uma qualidade de energia melhor na presença de turbulências e níveis de ruído sonoros menor. Por serem instalados em alturas menores, não captam ventos de alta velocidade, reduzindo também a potência de geração entregue (COLMENAR-SANTOS et al., 2016).

É uma tecnologia que ainda precisa de muitos estudos iniciais para ser instalada. Tanto para turbinas de eixo horizontal quanto de eixo vertical, é recomendado um estudo de um ano dos ventos locais para estabelecer uma média de geração (CIBSE, 2015).

Aerogeradores requerem uma medição local para haver uma precisão maior de capacidade de geração. Normalmente, é feita a medição em alturas diferentes para melhor aproveitamento do potencial (MICHAELIDES, 2012).

Michaelides (2012) identifica alguns impactos ambientais encontrados no uso da tecnologia. Por sempre existir um eixo rotativo, é inerente que se produza ruído sonoro, especialmente em altas velocidades. Também é uma tecnologia questionada por afetar a estética, criando uma barreira visual da paisagem.

Um dos impactos ambientais sobre o uso dessa tecnologia são as lesões e mortalidade de aves, especialmente em época de migração. A inércia de rotação e a dinâmica da pressão do ar próximo às lâminas prejudicam o voo das aves e frequentemente as matam. Ainda assim, por ser um gerador de materiais comumente usados na engenharia, é a tecnologia com maior potencial para redução de emissões de CO₂ (CIBSE, 2015; MICHAELIDES, 2012).

2.1.1.2. Outras formas de geração Renovável

Algumas outras energias renováveis também podem ser consideradas no projeto de instalações. Por serem de uso menos frequente e com necessidade de mais especialidade para implantação e projeto, será apresentada apenas uma pequena introdução sobre algumas delas.

- a) Biomassa: o uso de material orgânico, como madeira, resíduos agrícolas, resíduos sólidos municipais e resíduos de animais, tem um promissor potencial para a geração de energia elétrica. A principal diferença entre esses materiais descritos e os derivados de petróleo e carvão mineral é a capacidade de renovação em um curto prazo de tempo. A biomassa pode ser queimada para gerar diretamente aquecimento para o local que se deseja ou para geração de energia elétrica. Os principais questionamentos com relação ao uso dessa tecnologia é o consumo de água para irrigação de plantações e o dilema socioeconômico de “comer ou queimar” uma fonte de alimentação disponível para os segmentos mais pobres do planeta.

- b) Hidroelétricas: atualmente responsável por mais de 65% da produção de energia elétrica do Brasil, é a maior fonte centralizada de energia elétrica brasileira, segundo o Balanço Energético Nacional (BEN) de 2019; a geração hidrelétrica usa o potencial cinético de um fluxo hídrico para gerar energia elétrica. Apesar de ser utilizada principalmente em larga escala, pode ser utilizada em pequenas escalas, como é o caso de rios e riachos em áreas rurais ou até mesmo do fluxo de água e esgoto em edifícios em altura (ULBRICH, 2018).

- c) Energia maremotriz: é a utilização da energia das marés para geração de energia elétrica. A variação do nível do mar, durante a ação natural das marés, é usada como potencial para a operação. Não é uma solução muito popular por ser inviável economicamente, apresentar alta depreciação pela ação da água do mar em potencial em localizações específicas do oceano.

2.1.2. Requisitos Legais, Normas e Boas Práticas

Com base nas pesquisas dos instrumentos legais, normas e padrões de boas práticas, foram identificadas as diretrizes para a elaboração de um projeto de microgeração de energia elétrica em edificações. É importante ressaltar que esses requisitos legais, normativos e boas práticas são dinâmicos e podem ser alterados com o avanço das tecnologias referenciais técnicas e mudanças em valores sociais e culturais.

Dessa maneira, buscou-se identificar os princípios dos requisitos atualmente vigentes. Essa identificação contribuiu para a organização dos requisitos da ferramenta para que fique

abrangente no uso das tecnologias. Um panorama demonstrando os requisitos internacionais e nacionais está apresentado na Figura 6.

As normas internacionais são estabelecidas principalmente por organizações como *Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE)*, *International Electrotechnical Commission (IEC)*, *Institution of Engineering and Technology (IET)*, *Underwriters Laboratories (UL)* e a *International Organization for Standardization (ISO)* (Figura 6).

No Brasil, a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) é o agente regulador do setor elétrico. Ela é responsável por regular e fiscalizar a produção, transmissão, distribuição e comercialização de energia elétrica, além de implementar políticas e diretrizes do governo federal ao setor.

A resolução da ANEEL n° 482 de 17 de abril de 2012 reconhece a micro ($\leq 75\text{kW}$) e minigeração ($\leq 5\text{MW}$) de energia elétrica e estabelece condições para uso local e compensações ligadas à rede de fornecimento.

Art. 1º Estabelecer as condições gerais para o acesso de microgeração e minigeração distribuídas aos sistemas de distribuição de energia elétrica e o sistema de compensação de energia elétrica. (pag. 1)

Para atender à Resolução n° 482/2012 da ANEEL, localmente, cada empresa responsável pelo fornecimento de energia elétrica ao usuário final, também conhecidas como concessionárias ou distribuidoras de energia elétrica, estabelecem regras, condições e parâmetros técnicos de instalação para os usuários. As normas técnicas variam de acordo com a configuração local dos equipamentos para proteção e medição do grupo consumidor.

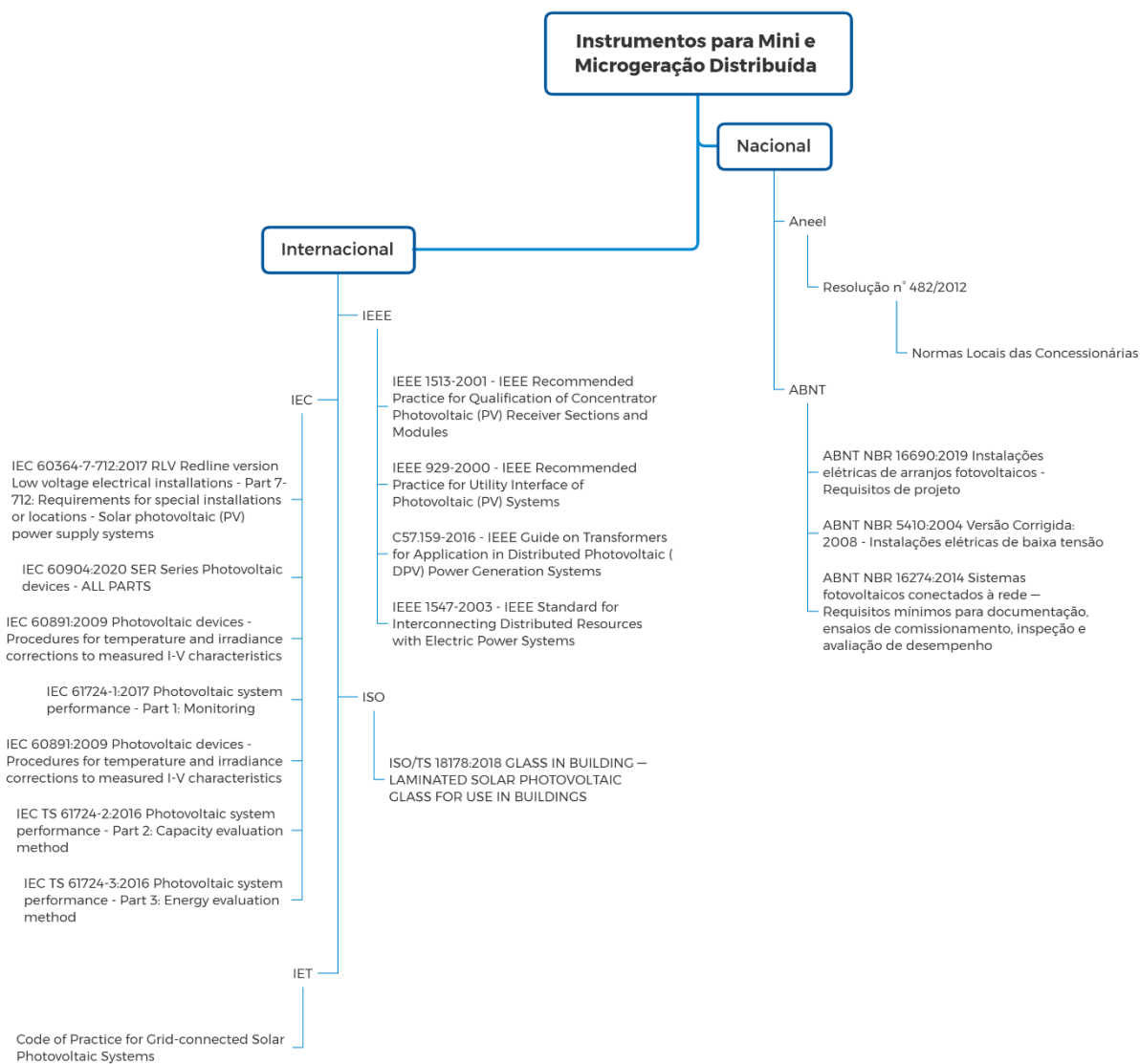


Figura 6 – Instrumentos nacionais e internacionais para regulação de microgeração. Fonte: o autor.

Apesar do grande potencial brasileiro para mini e microgeração de energia fotovoltaica, apenas em 2019 foi publicada a norma “ABNT NBR 16690:2019 Instalações elétricas de arranjos fotovoltaicos - Requisitos de projeto”, que estabelece os requisitos de projeto das instalações elétricas de arranjos fotovoltaicos. Foi baseada em várias normas, mas principalmente na norma internacional “IEC/TS 62548 Ed. 1.0 en” também conhecida como IEC 62548:2016 (Matrizes fotovoltaicas - Requisitos de projeto) (tradução nossa).

O conteúdo da norma traz menções à norma “ABNT NBR 5410:2004 Versão Corrigida:2008 - Instalações elétricas de baixa tensão” de instalações elétricas, uma característica importante para os profissionais da área, pois essa norma guia as instalações elétricas prediais e é bem conhecida por eles.

A diferença da ABNT NBR 16690:2019 da ABNT NBR 5410:2004 está na descrição dos arranjos das instalações dos módulos fotovoltaicos e no detalhamento das proteções dos equipamentos e diretrizes técnicas para a escolha do equipamento adequado. Isso demonstra a importância da norma não apenas para profissionais que podem ter referência em um documento técnico, mas também para que os responsáveis pelo projeto estejam respaldados para argumentar sobre pareceres (AYRÃO, 2019).

2.1.3. Princípios Básicos de Projeto Resiliente Aplicáveis a Sistemas de Microgeração

Cada tecnologia de mini e microgeração demanda uma abordagem própria para implantação e apresenta particularidades para ser implementada. Esse trabalho aborda a implantação da microgeração, independente da tecnologia selecionada.

Os seis princípios de resiliência (RDI, 2019) que podem ser atendidos pelas tecnologias de mini e microgeração de energia elétrica são apresentados e discutidos a seguir.

i. Sistemas resilientes proveem necessidades básicas humanas

Considerando que a energia é uma necessidade humana básica (RDI, 2019), para que um sistema de edificação resiliente possa contribuir para atender às demandas de energia elétrica, é necessário que se possa garantir o fornecimento contínuo de energia elétrica aos usuários.

Infere-se que a escolha da tecnologia para microgeração distribuída possa prover a energia elétrica de que edificação necessita, tornando-a independente, quando necessário, do fornecimento da concessionária de energia ou de outra fonte externa.

Para isso, a identificação dos melhores potenciais de energia renovável na região da implantação do projeto deve ser feita baseada em dados fornecidos por institutos de pesquisa ou em dados obtidos no local por especialistas. Os dados devem ser utilizados em simulações e cálculos para geração de energia elétrica (PEREIRA; OLIVEIRA, 2015).

Para o funcionamento da microgeração distribuída na edificação, é necessária a instalação da estrutura interna adequada às tecnologias selecionadas, construída de maneira que possibilite que a edificação se mantenha autônoma e com maior independência possível da rede externa.

ii. Redundância de sistemas e diversidade são inerentes a sistemas mais resilientes

A diversificação como estratégia para resiliência implica na escolha de pelo menos duas fontes de energia renovável para geração da energia elétrica na edificação. Isso assegura que caso uma fonte esteja limitada ou incapacitada, a outra possa prover, pelo menos parcialmente, a demanda energética da edificação.

Apesar de parecer contraditório à ideia de autossuficiência, os princípios da resiliência demandam que sejam abrangidas todas as possibilidades de fornecimento da energia. Por isso, faz-se necessária a garantia de uma conexão segura com o fornecimento da concessionária.

Essa conexão com a rede externa possibilita também que seja feito o sistema de Compensação da energia excedente da edificação com a concessionária de energia, como previsto na Resolução nº 482/2012 da ANEEL. Segundo essa Resolução, a compensação também pode ser considerada uma forma de armazenamento da energia, pois o excedente é entregue à rede e pode ser usado no momento de demanda do usuário. Para conexão com a rede, o projeto deve sempre contemplar as especificidades das normas técnicas regionais de ligação.

iii. Durabilidade é uma das chaves para resiliência

Como parte integrante da edificação após sua instalação, é necessário garantir a durabilidade dos equipamentos e componentes de mini e microgeração para alcançar a resiliência da edificação.

Para que essa instalação seja confiável e durável, infere-se, a partir das normas de instalação predial, que componentes como cabos, chaves de contato, conectores e outros, devam obedecer aos padrões de dimensionamento do fabricante do componente, além de requisitos legais, normas e boas práticas, prevendo a instalação correta para a tipologia da edificação.

É indispensável também que as instalações contemplem as medidas mais adequadas de segurança para garantir a durabilidade do sistema, determinadas pelos requisitos legais, normas e boas práticas. No Brasil, podem ser citadas as Normas “ABNT NBR 5419-1:2015 - Proteção

contra descargas atmosféricas” e a ABNT NBR 5410:2004, que devem ser observadas para adaptação tanto da edificação quanto dos equipamentos elétricos usados⁹.

iv. Uso de materiais locais, fontes renováveis e fontes próximas são mais resilientes

É necessário o planejamento de cidades e construções mais resilientes com desenvolvimento de sistemas de baixo carbono (COSTELLO et al., 2009), que são operados por fontes locais renováveis, reduzindo a dependência e fortalecendo os grupos e comunidades locais.

Esse é um fator importante para o fornecimento do material, já que soluções adquiridas localmente são mais adequadas para estratégias resilientes de implantação e manutenção. Além disso, esquemas de certificação de construções sustentáveis como *BREEAM* e *LIVING BUILDING CHALLENGE* incentivam a compra e o consumo em negócios locais como medidas socioeconômicas, contribuindo também com o âmbito da sustentabilidade econômica local.

Essa questão pode ser estendida para a manutenção dos equipamentos ao longo de toda sua fase de uso, dado que a manutenção preventiva, corretiva e preditiva (ABNT NBR 5462:1994 - Confiabilidade e manutenibilidade) é favorecida com a proximidade geográfica da equipe técnica.

v. Resiliência antecipa interrupções e um futuro dinâmico

Ao mesmo tempo em que se preza pelo menor custo de implantação, o projeto de uma edificação mais resiliente deve analisar as projeções de uso da edificação (ADAMS; YOON; DEFLORIO, 2017; FIKSEL, 2015) para permitir que a infraestrutura esteja preparada para um aumento na demanda de energia elétrica.

Antecipar a demanda de energia elétrica da edificação é o essencial para fortalecer a eficiência energética¹⁰ (BRAGA; BRAGA; BRAGA, 2007; MEIER; OLOFSSON;

⁹ Um comentário especial deve ser endereçado para os sistemas e componentes de segurança e proteção da infraestrutura elétrica da edificação. O seguimento da engenharia especializado em segurança deve ser consultado.

¹⁰ Como já foi comentado, o trabalho foca as soluções ativas da edificação, considerando que o que pôde ser feito no projeto pela arquitetura para reduzir o consumo de energia elétrica a partir de estratégias passivas já foi implementado.

LAMBERTS, 2002) e conseqüentemente sua resiliência. A “ABTN ISO 50.001:2018 Sistemas de gestão da energia - Requisitos com orientações para uso” traz os requisitos técnicos propondo que sejam estabelecidos objetivos e metas, com o monitoramento do consumo da edificação.

As metas de consumo servem como referência para o gestor de eficiência energética do projeto e, futuramente, ajudam o gestor da edificação a identificar se cada ambiente está usando energia de maneira adequada. Um modelo ou parâmetro de referência deve ser adotado para cada recinto, dependendo do seu uso. Nesse mesmo sentido, as certificações *BREEAM* e *LEED* indicam o uso de submedidores nos ambientes da edificação. Preferivelmente, cabe que sejam mostrados, em um painel eletrônico, o consumo mensal e a meta de consumo daquele ambiente para conscientizar os usuários.

Como estratégia para manter o sistema de geração sempre em funcionamento, compreende-se que a área onde os geradores serão instalados deve ser próxima ao local de consumo para haver controle sobre as manutenções preventivas e corretivas.

vi. Respeito social e equidade são aspectos necessários para ambientes resilientes

Segundo o esquema de certificação *BREEAM*, os insumos adquiridos para o projeto devem ser de origem responsável. Esse requisito deve ser aplicado para a aquisição dos materiais de geração de energia elétrica, de maneira que haja preferência para a compra de equipamentos dos quais se possa rastrear a origem responsável, quando possível.

A mesma análise foi feita para a etapa de descarte. O descarte e a destinação adequados do material previsto para o projeto devem ser planejados, buscando maneiras de reduzir ou eliminar qualquer descarte que não seja destinado (BRASIL, 2010).

A mão de obra para construção e manutenção dos equipamentos deve ser local, assim há o estímulo para a qualificação e se contribui principalmente para o objetivo quarto e oitavo dos “Objetivos de Desenvolvimento Sustentáveis”, elaborados pela ONU no contexto da Agenda 2030 (ONU, 2015).

2.1.4. Obstáculos de implantação

Os conceitos de resiliência abordados para implantação visam à melhor abordagem da mini e micro geração no sistema de energia elétrica da edificação, mas também podem-se sumarizar alguns obstáculos na implantação das tecnologias baseados nas análises realizadas.

Caso a disponibilidade de equipamentos na região de instalação do projeto não seja compatível com a fonte de energia renovável identificada como mais propícia, o projeto demandará importação dos equipamentos. Mesmo que o equipamento possa ser encontrado dentro do próprio país, ainda assim acarretará alguns pontos para serem avaliados.

Trazer uma tecnologia para uma região nova é um desafio e uma oportunidade. Os trabalhadores locais precisam ser treinados pois as diretrizes de manutenção requisitam a disposição de manutenção preventiva, corretiva e preditiva dentro da região de instalação.

A falta de regulação também é um fator crucial para a instalação das tecnologias. Falta de requisitos legais como referência para as ações de projeto e instalação afetam a qualidade e o nível do projeto, tornando mais difícil garantir que será atendido o que foi planejado.

2.2. Armazenamento de Energia Elétrica

O armazenamento da energia elétrica é feito por meio do armazenamento de um potencial energético. Esse potencial passa por um processo de transformação para produzir energia elétrica, podendo ser feito em pequenas ou grandes escalas, com diferentes fontes potenciais, de maneira centralizada e distribuída (BRASIL, 2018).

As usinas hidroelétricas de geração centralizada são o segundo método mais utilizado para armazenar energia elétrica no mundo com mais de 15% de toda potência gerada (BP, 2020), e o primeiro no Brasil, responsável por mais de 60% da energia elétrica do país (BRASIL, 2019).

No atual panorama do sistema de abastecimento de energia elétrica, os usuários contam com a rede de transmissão de energia das concessionárias para manter o fornecimento constante de energia elétrica. Mas o fornecimento elétrico pela rede apresenta perturbações que não podem ser reparadas pelo usuário, o que incapacita esse usuário de ter controle sobre a manutenção necessária e, como consequência, reduz a resiliência da edificação. Em caso de

falta de energia elétrica, a opção mais comum para o armazenamento distribuído é o uso de combustíveis fósseis.

A geração e o armazenamento distribuído de energia elétrica, sob outra perspectiva, conferem ao usuário a manutenção e proximidade da fonte geradora e tornam-se uma alternativa interessante para o paradigma atual, uma vez que essa energia não utiliza combustíveis fósseis para sua produção.

Além disso, com o uso do sistema de compensação da rede conectada ao sistema de mini e microgeração previsto pela norma 482/2012 da ANEEL, é possível gerar crédito de energia quando se gera mais do que se consome e usar esse crédito quando for necessário, recorrendo à rede de energia da concessionária como um sistema alternativo de armazenamento. A resiliência da edificação estará diminuída se não for possível armazenar a energia e usar à medida que seja necessária. O armazenamento funciona, então, como um complemento para o sistema de geração distribuída.

2.2.1. Tecnologias Disponíveis

Apesar da perspectiva de aumento de mini e microgeração dos edifícios e da interligação das redes de transmissão, não é possível ter garantia de que as fontes de energia sempre estarão disponíveis para suprir a demanda de energia, dadas as possíveis catástrofes e mudanças climáticas de um cenário instável. Essas fontes podem ser intermitentes por períodos indeterminados, prejudicando a estabilidade do fornecimento.

No caso de armazenamento local, as baterias são o tipo de armazenadores mais comuns. Baterias convertem energia potencial química em energia elétrica de acordo com a demanda da carga e de seu estoque de fornecimento. Alguns dispositivos, como capacitores e supercapacitores, utilizam de campos elétricos para armazenar diretamente energia elétrica, mas ainda são dispositivos com pouca potência (BRASIL, 2018).

Por ser o tipo mais usual de armazenamento e propício para o trabalho, destacam-se, nos itens a seguir, as principais estruturas e componentes de montagem das baterias.

2.2.1.1. Chumbo Ácido (PbO₂)

As baterias de Chumbo ácido são comumente usadas em instalações pela sua durabilidade, capacidade de recarga e baixo custo. Utilizadas geralmente em veículos, uma variação de modelo é usada em edificações.

Essas baterias têm como desvantagem seu peso bastante elevado, materiais poluentes em sua composição e risco de explosão se não forem corretamente carregadas. As baterias de chumbo ácido ventiladas precisam também de manutenção constante para manter o funcionamento. Apesar disso, são uma tecnologia já amadurecida, conhecida pelos instaladores. São baterias que não têm efeito de memória, ou seja, podem carregar e descarregar à medida que forem solicitadas e apresentam alta eficiência de energia elétrica (KYRIAKOPOULOS; ARABATZIS, 2016).

2.2.1.2. Níquel (Ni)

Devido à toxicidade dos elementos que as tornavam economicamente mais desvantajosas e com processo e reciclagem arriscado, as baterias primeiramente constituídas de Níquel-cádmio vêm sendo substituídas pelo Níquel-hidreto metálico.

Essas baterias têm a vantagem de terem uma vida útil grande, podem chegar a 20 anos, desde que respeitado o efeito memória da bateria. Apresentam uma alta densidade de energia, o que as torna uma bateria mais leve. Recomenda-se utilizá-las em sistemas menores (KYRIAKOPOULOS; ARABATZIS, 2016).

2.2.1.3. Íon-lítio

São baterias com a maior densidade de energia. Seu principal uso ocorre em aparelhos eletrônicos que precisam de baterias mais leves, como celulares, máquinas digitais e similares. Pode ser usada para sistemas de armazenamento de energia elétrica predial, mas possui elevados valores de aquisição.

Têm uma vida útil longa e necessitam de pouca manutenção. Sob outra perspectiva, é preciso um sistema de proteção elétrico cuidadoso, pois apresentam risco de explosão (KYRIAKOPOULOS; ARABATZIS, 2016).

2.2.1.4. Armazenamento Alternativo - Central hidroelétrica reversível (PHS)

É um tipo de armazenamento que requer tanques externos para atuar. É composto por dois reservatórios de água em níveis diferentes de altura. Quando a energia elétrica gerada é maior que a utilizada, essa energia é usada para bombear a água do reservatório inferior para o reservatório superior (CECILIO PINTO; JOSÉ SANTOS NETO, 2012).

Em horários de pico ou em que se necessite de mais energia elétrica, a água do reservatório superior é direcionada por gravidade para geradores hidroelétricos e estocada novamente no reservatório inferior para repetir o ciclo. Em grande escala, é capaz de armazenar grande quantidade de energia. É uma tecnologia dominada no mercado e possui uma vida útil longa. Entretanto, requer espaços para estocar a água e os geradores, dificultando o uso em pequeno porte.

2.2.2. Requisitos Legais, Normas e Boas Práticas

Apesar das normas de geração de energia elétrica estarem em processo de amadurecimento, apenas há pouco tempo começou a discutir-se mais sobre as normativas para implantação do armazenamento elétrico no Brasil.

Segundo o levantamento feito, estas são as principais organizações internacionais reguladoras para instalação de sistemas de baterias em edificações: *Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE)*, *International Electrotechnical Commission (IEC)*, *National Fire Protection Association (NFPA)*. Em 2017, foi lançado o primeiro guia de boas práticas para instalação de baterias segundo a norma Inglesa “*Code of Practice for Electrical Energy Storage Systems*”, desenvolvida e publicada pela IE (Figura 7).

No Brasil, a primeira norma técnica foi publicada em outubro de 2019, referente à instalação de baterias para sistemas sem conexão com a rede, também chamada de *off-grid*, a “ABNT NBR 16767:2019 - Elementos e baterias estacionárias para aplicação em sistemas fotovoltaicos não conectados à rede elétrica de energia (off-grid) - Requisitos gerais e métodos de ensaio”.

A norma para instalações fotovoltaicas ABNT NBR 16690:2019 não apresenta diretrizes detalhadas para a instalação das baterias, como esquemas de instalação e

manutenção. Apenas recomenda dispositivos de proteção elétrica contra sobrecorrente, comuns em todo tipo de instalação elétrica.

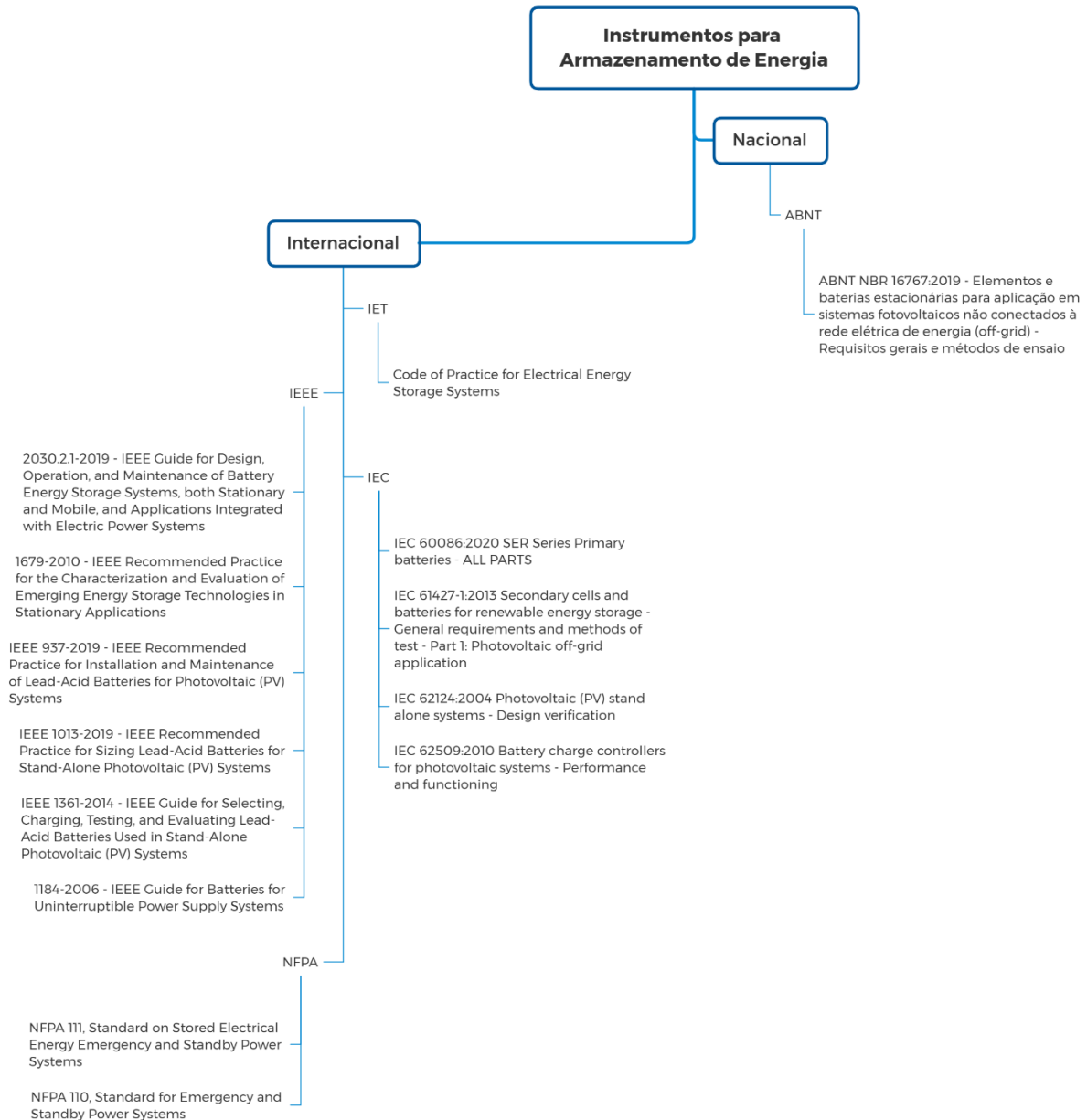


Figura 7 - Instrumentos normativos e de boas práticas nacionais e internacionais para armazenamento de energia elétrica

Os requisitos legais, normas e boas práticas para esse tipo de instalação ainda são incipientes e necessitam de estudos complementares. Fóruns como a *Global Battery Alliance* surgem nesse cenário e visam à melhoria da fabricação e do uso das baterias.

2.2.3. Princípios Básicos para Resiliência Aplicáveis a Sistemas de Armazenamento Local

O sistema de armazenamento local contribui para estratégias de resiliência de maneira semelhante e complementar à geração distribuída. O papel de ambas as tecnologias é fornecer energia elétrica, com a diferença de que a geração distribuída é feita a partir de uma fonte renovável de energia enquanto o armazenamento local é limitado e esgotável, pois precisa que sua fonte seja reabastecida.

Nos itens a seguir, detalham-se a análise dos 6 dentre os 10 princípios básicos para resiliência (RDI) identificados no “CAPÍTULO 1 – RESILIÊNCIA PARA EDIFICAÇÕES” e como o armazenamento local de energia elétrica pode contribuir para alcançá-los.

i. Sistemas resilientes proveem necessidades básicas humanas

Estabelecido que a energia elétrica é uma necessidade básica humana, o armazenamento local contribui para o alcance desse princípio da resiliência. Sua principal função pode ser destacada no funcionamento do sistema em modo de operação ilhada, que é o funcionamento do sistema sem abastecimento da rede da concessionária (ALVES, 2017).

A energia produzida pela geração distribuída é armazenada nas baterias e utilizada quando essa fonte não está disponível, melhorando a qualidade da energia especialmente em localizações remotas. Também pode ser usada em horários de maior demanda de energia elétrica. Dessa forma, a rede de fornecimento de energia é beneficiada com o alívio de carga (IET, 2016).

ii. Redundância (de sistemas) e diversidade são inerentes a sistemas mais resilientes

O armazenamento local atua diretamente na redundância e diversidade do armazenamento de energia elétrica. Apesar de a rede de energia da concessionária operar como uma forma de armazenamento, a rede de transmissão pode ser incapacitada por descargas atmosféricas, falhas humanas, queimadas e por outras justificativas já comentadas na introdução deste capítulo.

O conceito de usar baterias para fornecer energia em caso de falhas no fornecimento de energia por uma concessionária não é novo. Os sistemas de alimentação de potência ininterrupta, ou *nobreaks* ou UPS (*Uninterruptible Power Supply*), já são utilizados para fornecimento de energia para cargas críticas (IET, 2016) e regulados pela norma “ABNT NBR 15014:2003 - Conversor a semicondutor - Sistema de alimentação de potência ininterrupta, com saída em corrente alternada (nobreak) – Terminologia”.

A principal diferença do conceito de UPS para o armazenamento é a dimensão que se deseja alcançar e a utilização. O sistema de armazenamento provê energia elétrica nas horas em que não há outra fonte de energia disponível (IET, 2016), enquanto o UPS é um sistema de segurança que é projetado para apenas operar em uma carga crítica durante uma falha do sistema (VASALLO; BRAVO; ANDÚJAR, 2013).

iii. Durabilidade é uma das chaves para resiliência

Baterias compõem o sistema de fornecimento distribuído de energia, necessitam de manutenções periódicas e têm a vida útil variando de 8 a 30 anos, dependendo da tecnologia (WINTER; BRODD, 2004).

Além disso, o sistema de armazenamento contribui indiretamente para a durabilidade da edificação, provendo energia uma vez que possibilita uma menor taxa de suspensão de serviços da edificação e manutenção caso haja interrupção do fornecimento de energia (WEC, 2020).

Mesmo que ainda incipientes, é necessário que se busquem normas e boas práticas para instalação do sistema para manter proteções adequadas à edificação e ao sistema, analogamente às normas de microgeração.

iv. Uso de materiais locais, fontes renováveis e fontes próximas são mais resilientes

A certificação de sustentabilidade *BREEAM*, *LEED* e *LBC*, que abrange requisitos socioambientais, requer que os materiais adquiridos para o projeto sejam de origem responsável.

Contudo, considera-se um cenário no qual a extração de matérias primas para fabricação das baterias ainda não é proveniente de fontes totalmente seguras, segundo artigo publicado na *World Economic Forum*:

Em primeiro lugar, a extração das matérias-primas utilizadas nas baterias pode ter um custo social e ambiental significativo. Cerca de dois terços do cobalto mundial, por exemplo, proveem da República Democrática do Congo e estima-se que cerca de 20% provenha de fontes que podem estar ligadas a condições de trabalho inseguras e ao trabalho infantil. (SOBOTKA; BRUDERMÜLLER, 2019)¹¹

É possível contribuir para esse princípio buscando, no projeto, meios de adquirir equipamentos de fontes que tenham aderido a esquemas de certificações de responsabilidade da origem responsável.

v. Resiliência antecipa interrupções e um futuro dinâmico

Como o armazenamento é capaz de ofertar energia em momentos em que não há outra fonte disponível, pode-se inferir que a tecnologia é essencial para atingir tal princípio. O projeto do armazenamento deve então prever a demanda da edificação e atendê-la.

Como o estoque de energia armazenado é limitado, é preciso priorizar as cargas principais da edificação, evitando sobredimensionar o sistema de armazenamento e, por consequência, inviabilizá-lo economicamente.

Em complemento à ação de priorização das cargas, é preciso dimensionar o tempo que se deseja manter o funcionamento delas. Esse planejamento depende do cenário estabelecido para a região, prevendo quanto tempo a edificação ficaria sem fornecimento de energia elétrica externa e conseqüentemente dependente do armazenamento local. Essa é uma elaboração que ocorre em conjunto com a automação predial em um planejamento para emergências.

vi. Respeito social e equidade são aspectos necessários para ambientes resilientes

Em questão de melhoria social, Cuesta; Castillo-Calzadilla; Borges, (2020) afirmam que sistemas de energias renováveis instalados em conjunto de sistemas de armazenamento têm ajudado comunidades pequenas a acessarem energia elétrica a um custo cada vez mais baixo. Além disso, são fontes de mais empregos e capacitação.

¹¹ Tradução nossa.

O mercado de reciclagem de baterias está ganhando espaço, visto que os equipamentos contêm materiais preciosos e necessários para construção de novos equipamentos (WEC, 2020). O uso da tecnologia impulsiona a pesquisa e repercute na pegada verde do equipamento.

A mão de obra para construção e manutenção dos equipamentos deve ser local, estimulando a qualificação e contribuindo principalmente para os objetivos quarto (Assegurar a educação inclusiva e equitativa e de qualidade, e promover oportunidades de aprendizagem ao longo da vida para todas e todos) e oitavo (Promover o crescimento econômico sustentado, inclusivo e sustentável, emprego pleno e produtivo e trabalho decente para todas e todos) objetivo dos “Objetivos de Desenvolvimento Sustentáveis” da Agenda 2030 da Organização das Nações Unidas (ONU, 2015).

2.2.4. Obstáculos para implantação

O processo de reciclagem de baterias demanda alta segurança e um programa de reciclagem adequado. A origem dos materiais não é local e sempre de procedência duvidosa, podendo originar-se de trabalho escravo, trabalho infantil, pouco controle sobre o ciclo do material usado (MATHUROS, 2017; WEF, 2019b).

Outro obstáculo observado é que baterias ainda são economicamente limitantes pelo alto custo percentual com relação à instalação toda. Sob outra perspectiva, observa-se que uma combinação entre as projeções do uso da tecnologia comparadas com os prejuízos de não as ter, aumento mundial da potência energética armazenada e maturidade da tecnologia, estão contribuindo para reduzir esse custo (RAM et al., 2017; WEC, 2020; WEF, 2019b).

Cuesta; Castillo-Calzadilla; Borges (2020) observaram também que as ferramentas de modelagem de armazenamento de energia não levam em consideração o fator social, o que representa um desperdício do potencial de tais ferramentas. A instalação de soluções integradas de geração, a partir de renováveis, tem melhor potencial de geração de emprego.

2.3. Automação Predial

Como analisado no item 2.1 “MINI E MICROGERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA”, a geração e a transmissão de energia elétrica são um processo trabalhoso. Toda energia consumida deve ser direcionada para realizar apenas o trabalho necessário, evitando

todo desperdício que seja possível evitar (HONG et al., 2016; PALENSKY; DIETRICH, 2011).

Assumindo que, no projeto de arquitetura, foram realizadas as análises para que a edificação tenha melhor aproveitamento lumínico externo, conforto térmico e que foram adotadas outras estratégias passivas para redução do uso de energia elétrica, a energia que ainda precise ser consumida na edificação deve ter o melhor rendimento possível (ZUCKER; FERHATBEGOVIC; BRUCKNER, 2012).

É comum que muitos equipamentos disponibilizados tenham soluções indicadas pelo próprio fabricante para uma melhor eficiência. Essas soluções visam cobrir as situações genéricas e constantes, mas não eventuais irregularidades, como observa Zucker; Ferhatbegovic; Bruckner, (2012). Os autores citam como exemplo os equipamentos condicionadores de ar, que podem ter programações diferentes para o inverno e para o verão, mas não há dinamismo para irregularidades diárias ou eventos circunstanciais.

Para aprimorar o uso de máquinas e equipamentos, a automação predial apresenta sistemas que podem englobar soluções para otimização do controle, reduzindo o uso da energia elétrica por meio do gerenciamento coordenado por configurações pré-estabelecidas (AGARWAL et al., 2010; AGHEMO; BLASO; PELLEGRINO, 2014; ZUCKER; FERHATBEGOVIC; BRUCKNER, 2012).

A automação predial também permite que haja um sistema de aquisição e gerenciamento de dados de funcionamento da edificação. Com a automação, é possível analisar quantitativamente o quão resiliente a edificação está operando. Dessa maneira, é possível tomar decisões de uso e manutenção com embasamento de dados mais robustos.

Zucker; Ferhatbegovic; Bruckner, (2012) demonstram que combinar simulação computacional com a automação predial afeta diretamente a eficiência energética da edificação. Para isso, é necessário que sejam adotadas estratégias bioclimáticas na edificação, controle sobre os equipamentos instalados, ferramentas de simulação e algoritmos que otimizem o uso da edificação.

Balchanos et al. (2018) explicam que um dos desafios dos sistemas resilientes é aprender a moldar-se e adaptar-se a um cenário complexo e com variações ambientais. Sistemas para edificações mais resilientes precisam aprimorar seu funcionamento durante sua

vida útil, ter a capacidade e fazer uma avaliação de sua operação acompanhado por métricas de desempenho, fazendo uma reconfiguração contínua de sua organização e tolerância a falha.

Compreende-se, assim, que edificações resilientes precisam de tecnologias com mecanismos que possam necessariamente prover informações de desempenho e operação do sistema. Esses dados são computados e baseiam a atualização dos processos de eficiência energética da edificação.

A conectividade dos equipamentos é relacionada ao conceito de “Internet das Coisas” (*Internet of Things* ou IoT), em que as “coisas” referem-se aos equipamentos e dispositivos, utilizados pelos usuários, com capacidade de conexão à rede (LI; XU; ZHAO, 2015). Esses equipamentos podem fazer parte de um sistema implantado para atingir um objetivo em comum.

Esse sistema pode ser relacionado ao conceito de “Sistema Ciberfísico” (*Cyber-Physical Systems* ou CPS), que tem como essência verificar informações de estado de funcionamento dos dispositivos físicos, garantindo a conexão efetiva dos componentes cibernéticos e físicos (AHMED; KIM; KIM, 2013).

Ambos os conceitos têm em comum a transmissão de dados confiável, segura e em tempo real. A principal diferença entre os dois conceitos é o foco de cada um. A IoT tem o foco na conectividade e interface dos equipamentos em diferentes redes de sistemas, a agregação e armazenamento massiva e de dados e extração de informações, enquanto o CPS foca o funcionamento do sistema, com controle efetivo de comunicação e atuação dos dispositivos e equipamentos conectados entre si para o funcionamento de um sistema integrado (LIN et al., 2017).

Como demonstrado na Figura 8, o conceito de CPS¹² tem o foco no trabalho integrado de um sistema para uma função, enquanto a IoT visa à agregação de dados de diferentes sistemas para processá-los de acordo com o objetivo estabelecido. Portanto, o CPS pode ser visto como uma estrutura vertical e a IoT como uma estrutura horizontal.

¹² Transporte Inteligente, Cidade Inteligente e Serviço de Saúde Inteligente são exemplos de aplicação de CPS que podem ser usados para estratégia de automação para uma cidade.

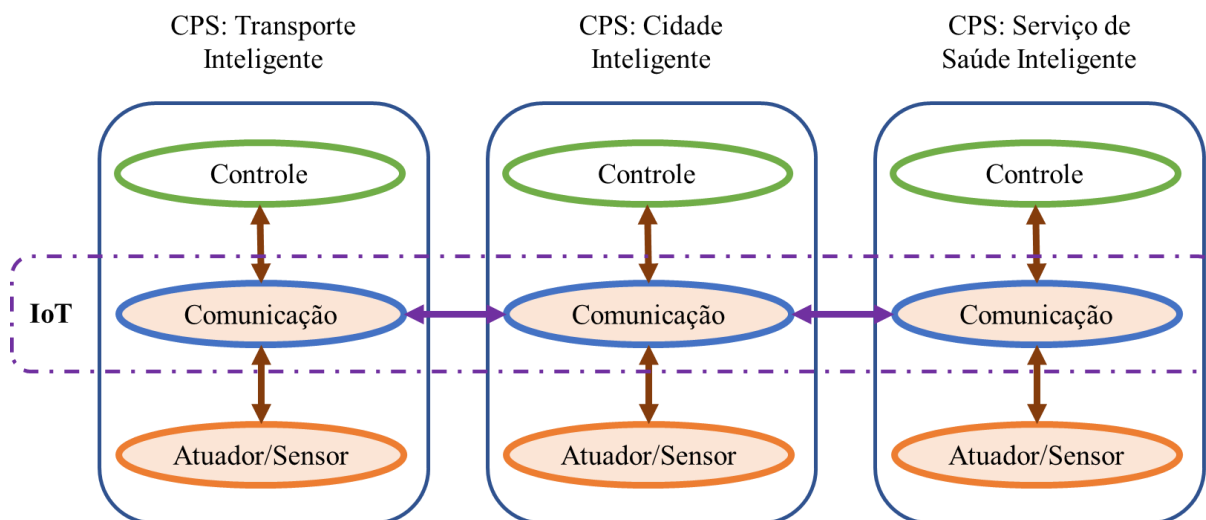


Figura 8 – Exemplo de integração entre IoT e CPS (Adaptado de Lin et al., 2017)

Dessa maneira, as aplicações dos conceitos CPS e IoT são verificadas e interpretadas em função da escala que se observa. Por exemplo, cada sistema que opera dentro da edificação pode ser interpretado individualmente como um CPS; porém, na perspectiva da edificação, esses sistemas são interpretados como IoTs, pois passam a ser fornecedores de dados entre si. Similarmente, em uma escala maior, a edificação pode ser interpretada como um CPS e, na perspectiva regional, cada edificação toma a característica de um IoT.

2.3.1. Tecnologias Disponíveis

Cameron Steel, em seu livro *Code of Practice for Building Automation and Control Systems*, publicado pela *Institution of Engineering and Technology* (IET) em 2019, relaciona cinco fundamentos principais para a desempenho energético¹³ eficaz da edificação e como a automação predial pode impactar positivamente em cada um deles¹⁴ (Figura 9).

O Uso da Energia (Figura 9) é a aplicação que se faz da energia elétrica. No planejamento da edificação, devem ser decididos quais sistemas serão automatizados. isso

¹³ Por definição da ABNT ISO 50001:2018, desempenho energético é um resultado mensurável relacionado à eficiência energética, ao uso da energia e ao consumo da energia.

¹⁴ Esses fundamentos são baseados na norma BS EN ISO 50001, que, por sua vez, foi baseada na ISO 50001. Esta ISO foi adaptada para a norma brasileira ABNT ISO 50001:2018. Portanto, como as normas BS EN ISO 50001 e ABNT ISO 50001:2018 são análogas, considera-se o estudo de Cameron Steel válido para esta pesquisa pois os mesmos parâmetros são utilizados em ambas as normas.

inclui sistemas de iluminação e sombreamento artificial, AVAC (Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado), aquecimento de água e demais serviços que a edificação disponibilize, tais como água potável e jardinagem.

Também são estabelecidos quais os requisitos e fatores que se deseja alcançar para estabelecer os padrões de uso da edificação, isto é, as condições ideais nas quais se deseja que a edificação funcione. Isso é necessário para determinar quanta energia será necessária para que esses padrões sejam alcançados e qual a fonte de energia para isso. Assim, é determinado como a automação predial deve atuar para manter esses padrões, com a utilização da energia realizada de forma eficiente.

Para fins operacionais, é indicado que se estabeleça a localização do sistema de alerta de quaisquer falhas operacionais e quais sistemas serão controlados manualmente, além de quais serão automatizados.

A Eficiência Energética (Figura 9) é a relação quantitativa entre um serviço, produto ou energia entregue e a entrada de energia que foi utilizada para realizar esse trabalho. Além de o equipamento ser energeticamente eficiente, a automação do equipamento deve ter um nível aceitável também. O uso de travas de acesso, temporizadores, sensores de presença, temperatura, fluxo luminoso e dispositivos similares baseia-se na redução do tempo de operação do sistema da edificação, tornando a instalação mais eficiente.

Para controlar o consumo energético da edificação, é preciso estabelecer de que forma o sistema supervisorio da automação predial instalado fará o monitoramento dos dados energéticos obtidos, o armazenamento desses dados e como a automação auxiliará na tomada de decisões para melhoria da eficiência energética da edificação.

Esses três fundamentos (Uso da Energia; Eficiência Energética; e Consumo Energético) são partes do planejamento para uma gestão eficiente do desempenho energético. Uma vez que se inicia a operação da edificação, é necessária uma melhoria contínua das soluções adotadas.

A Revisão Energética (Figura 9) é a análise dos resultados obtidos com o Uso da Energia, Eficiência Energética e Consumo Energético comparado com uma base de dados referência; inclusive, analisando como outros tipos de energia entregam o mesmo produto do sistema já instalado. Essa análise deve ser usada para determinar a oportunidade de melhoria do desempenho energético, afetando diretamente todos os três fundamentos do planejamento.

Essa melhoria é o Uso Significativo (Figura 9) da energia. O gerenciamento do desempenho energético é um processo contínuo de retroalimentação. Os dados obtidos com o sistema inteligente ajudam a identificar os “pontos fracos” no consumo da edificação e embasam decisões de melhoria, como a troca de equipamentos e atualização de processos.

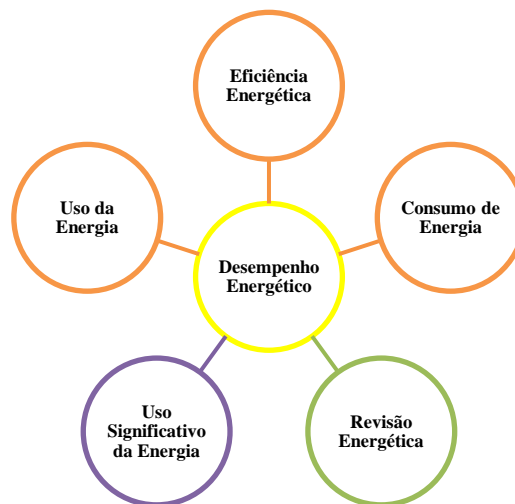


Figura 9 - Fundamentos para o Desempenho Energético (Autor: adaptado de Cameron Steel, 2018)

A automação da edificação permite que o responsável pelo gerenciamento energético identifique as falhas no sistema estabelecido. Esse entendimento permite que edificações em outros projetos possam utilizar desses dados e experimentarem novos conceitos em seu próprio projeto.

Yu et al. (2011) identificam sete fatores que influenciam o consumo energético da edificação: clima local; características/arquitetura da edificação; sistemas AVAC; característica do uso pelos usuários; finalidade de uso da edificação; Fatores sociais e econômicos em geral (como nível de escolaridade e custo da energia) e; nível da qualidade que se deseja para o ambiente interno.

Utilizando sensores, os equipamentos de automação predial podem ser alimentados com diversos tipos de dados sobre o ambiente. Assim, é necessário usar os sensores corretos e adequados ao nível de controle que se deseja ter sobre o ambiente.

Os itens a seguir explicam características de sistemas com potencial uso de automação predial para eficiência e redução do consumo energético.

2.3.1.1. Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado (AVAC)

A função do sistema AVAC é proporcionar um ambiente com condições climáticas adequadas aos usuários. Por meio do sistema supervisor, pode-se controlar diversos fatores de qualidade do ar da edificação, entre eles a temperatura do ambiente, nível de CO₂ e umidade relativa do ar (AGARWAL et al., 2010).

Os sistemas AVAC são os principais consumidores de energia elétrica em edificações (CHENARI; DIAS CARRILHO; GAMEIRO DA SILVA, 2016; WANG; MA, 2008; ZUCKER; FERHATBEGOVIC; BRUCKNER, 2012). Por isso, preza-se por utilizar soluções passivas de engenharia para suprir a demanda AVAC. Como nem sempre é possível alcançar a meta planejada do projeto apenas implementando soluções passivas, soluções ativas são requisitadas.

Um controle adequado do consumo de energia e estratégias de uso planejadas, por meio de um sistema supervisor, podem reduzir seu consumo (KLEIN et al., 2012). O sistema de automação pode auxiliar na eficiência energética do sistema produzindo e estocando massa de ar refrigerada durante as horas menos onerosas de custo de energia ou quando o estoque de energia elétrica está completo (LEE; CHENG, 2016).

2.3.1.2. Iluminação e Sombreamento

Os sistemas automação do controle de iluminação oferecem estratégias para gerenciamento de luz e sombreamento, integrando o uso de luz natural e luz artificial na edificação. Quando bem programada e planejada, essa tecnologia pode fornecer a quantidade correta de luz para o ambiente e reduzir o desperdício de energia elétrica (AGARWAL et al., 2010).

Fazem parte dessa automação soluções de lâmpadas, luminárias, cortinas e dispositivos de sombreamento (como cortinas ou *brises*), cabe destacar que essa automação atua tanto no interior quanto no exterior da edificação. Sensores registram a iluminância (medida em lux) no ambiente, e o sistema gerenciador atua nos equipamentos para atender aos requisitos planejados (TOUMA; OUAHRANI, 2017).

2.3.1.3. Rede Elétrica Inteligente (REI)

O funcionamento do sistema de geração e armazenamento é aprimorado pelo sistema da Rede Elétrica Inteligente (do inglês *smart grids*). Esse sistema faz controle e medição de geração de energia elétrica, gestão do armazenamento e distribuição inteligente da energia na edificação (LEE; CHENG, 2016).

Isso permite que sejam coletadas informações de, mas não se limitando apenas, geração da energia elétrica, quando e onde essa energia está sendo consumida, quantidade de energia elétrica armazenada e quantidade de energia elétrica disponibilizada para a rede da concessionária. A coleta desses dados por um sistema centralizado possibilita a usuários e tomadores de decisão terem conhecimento de informações que possibilitem ações para eficiência energética e ações em caso de falha do sistema (CECILIO PINTO; JOSÉ SANTOS NETO, 2012).

A gestão da energia elétrica pode acontecer em todas as escalas do ambiente construído, desde a escala da edificação, passando para a escala regional e ampliando-se de acordo com a necessidade de aplicação e infraestrutura disponível (WHITMORE; AGARWAL; DA XU, 2015; ZHOU et al., 2016). A comunicação entre os sistemas permite o aproveitamento da geração renovável

O Plano Decenal de Expansão de Energia (PDE) 2027 (BRASIL; MME; EPE, 2018) destaca a importância da adequação da rede de transmissão nacional para o uso do sistema de REI e a geração distribuída.

O aprimoramento metodológico e de ferramental utilizado no planejamento integrado da expansão da geração e transmissão deve ser buscado, no sentido de representar mais adequadamente as novas tecnologias. Essa questão envolve não apenas a modelagem das fontes renováveis intermitentes, como a eólica e a fotovoltaica, mas também de Redes Elétricas Inteligentes (REI) e da Geração Distribuída (GD). (p. 131)

Portanto, considera-se o uso de sistemas REI primordial para o avanço da eficiência energética e gestão da energia na edificação com a implantação de mini e microgeração e armazenamento de energia elétrica.

2.3.2. Requisitos Legais, Normas e Boas Práticas

Apesar de as tecnologias e soluções da automação serem bem estruturadas, cada projeto de automação é único e necessita ser avaliado como tal. As normas para instalação de sistemas direcionam para que todos os subsistemas estejam conectados corretamente (STEEL, 2019).

As normas técnicas internacionais têm um escopo completo para um sistema de automação. Abrangem desde o projeto até os equipamentos e o sistema para comunicação dos dispositivos e equipamentos. Além da norma, são encontrados códigos de boas práticas para melhor construção da execução e esquemas de instalação (Figura 10).

A série de normas ISO 16484 é direcionada para normalizar a automação predial em edifícios novos e existentes. A norma serve como guia para uso de terminologias corretas em contratos, desenvolvimento do produto, comissionamento, integração de sistemas de automação e boas práticas para profissionais da área (ISO 16484-1:2010 *Building automation and control systems (BACS) — Part 1: Project specification and implementation*; ISO 16484-2:2004 *Building automation and control systems (BACS) — Part 2: Hardware*; ISO 16484-3:2005 *Building automation and control systems (BACS) — Part 3: Functions*; ISO 16484-5:2017 *Building automation and control systems (BACS) — Part 5: Data communication protocol*; ISO 16484-6:2020 *Building automation and control systems (BACS) — Part 6: Data communication conformance testing*).

As normas brasileiras levantadas estabelecem o cabeamento estruturado residencial (ABNT NBR 16264:2016 Cabeamento estruturado residencial) e industrial (ABNT NBR 16521:2016 Cabeamento estruturado industrial); e a comunicação da automação em sistemas de potência (ABNT NBR IEC 61850-10:2018 Redes e sistemas de comunicação para automação de sistemas de potência Parte 10: Ensaio de conformidade).

A “ABNT ISO 50001:2018 - Sistemas de gestão de energia” foi utilizada como referência para a abordagem de eficiência energética e desempenho energético neste trabalho. A norma tem o objetivo de implementar sistemas e processos para melhoria contínua do desempenho energético e demonstra um potencial uso de automação para alcançar os objetivos, como apresentado pela análise de Steel (2019). A Figura 1 sumariza a lista de normas levantadas neste item.

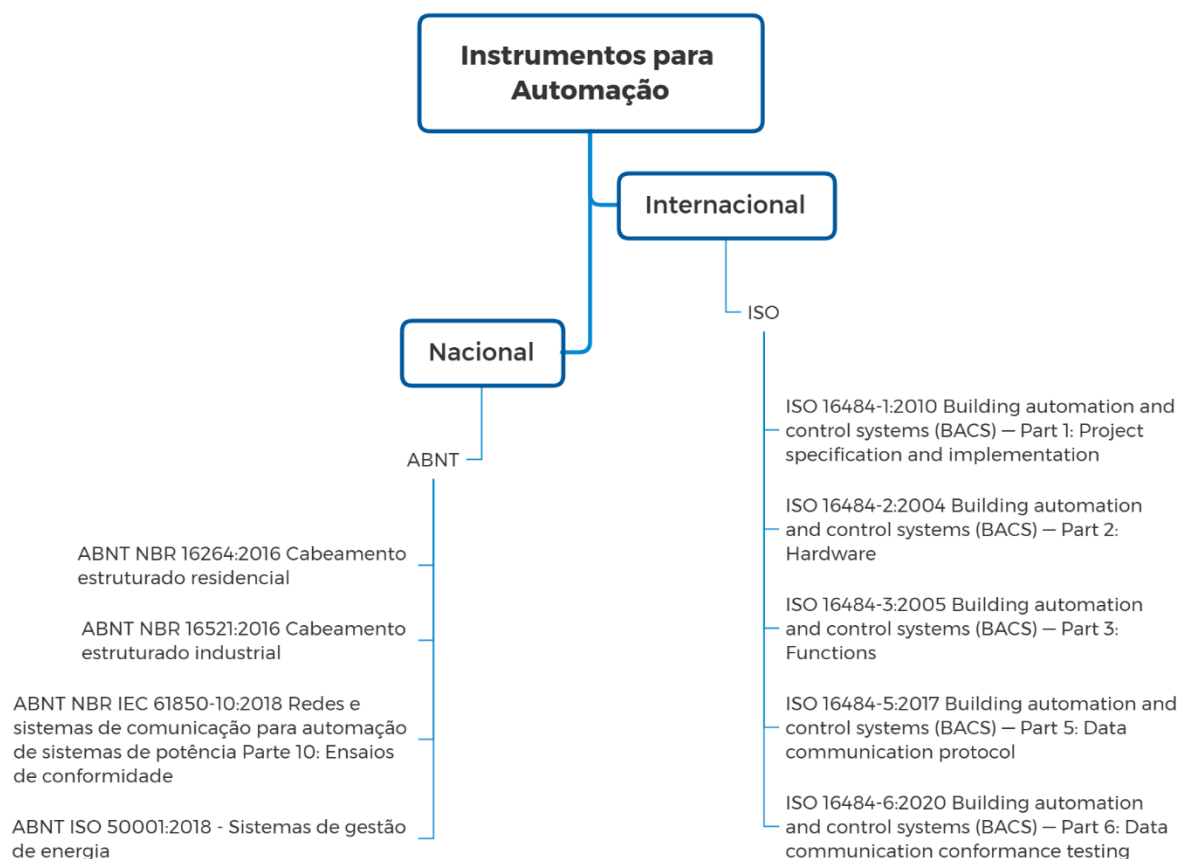


Figura 10 – Instrumentos legais, normativos e de boas práticas nacionais e internacionais que regulam a automação predial

2.3.3. Princípios Básicos para Resiliência Aplicáveis à Automação

Em termos de energia elétrica, o sistema de automação predial contribui para a resiliência da edificação, levando o sistema a uma operação mais sofisticada a partir do controle customizado dos equipamentos e dados obtidos com o monitoramento. Similarmente, outros sistemas, como fornecimento de alimentos e água para a edificação, também podem ser aprimorados com a implementação da automação.

Os subitens a seguir apresentam como a automação contribui para a resiliência da edificação.

- i. Sistemas resilientes proveem necessidades básicas humanas

Como apresentado no item 2.1, a geração distribuída de energia disponibiliza energia elétrica, que é uma necessidade humana básica. A automação predial permite um gerenciamento eficaz entre energia gerada, distribuída, consumida e armazenada.

Para que os sistemas de automação funcionem de maneira eficiente, é necessário que haja uma comunicação apropriada entre os equipamentos, em todos os níveis do sistema do processo de automação (sensores, atuadores, controladores e interface homem-máquina).

Essa comunicação é feita por padrões de comunicação de dados, como KNX (*Konnex*) e BACnet (*Building Automation and Control Networks*). Esses padrões estabelecem protocolos para transferência de dados de controle entre todos os componentes de uma edificação. São regidos por normas próprias para desenvolvimento, implantação e testes, o que assegura e facilita a qualidade de uso (MANUEL et al., 2014).

ii. Redundância de sistemas e diversidade são inerentes a sistemas mais resilientes

A Automação predial permite rápidas respostas às falhas dos equipamentos, determinando que outros equipamentos atuem para suprir o trabalho do que falhou e enviando alertas para que seja restaurada a normalidade.

Métodos de Tolerância de Falha devem ser usados para reduzir o risco de interrupção. A Tolerância de Falhas é a habilidade do sistema de continuar em operação mesmo após um erro de funcionamento de equipamento ou de programação. Os mecanismos de Tolerância de Falhas detectam e corrigem o erro pontualmente para evitar um colapso do sistema (SOMMERVILLE, 2016).

O plano de Tolerância de Falha aumenta a confiabilidade de operação do sistema implementado, o que reduz a possibilidade de contratempos e riscos à vida e saúde dos usuários. Para que a Tolerância de Falha seja eficaz, é preciso que haja planejamento de redundância e diversidade de soluções (ZHANG; LIN, 2010).

iii. Durabilidade é uma das chaves para resiliência

Pela capacidade de permitir a coleta constante de dados e informações dos diversos sistemas da edificação, é possível fazer um monitoramento desses sistemas e conseqüentemente da própria edificação. Considera-se que esses dados dão suporte para estabelecer manutenções na edificação, inclusive em situações em que não é possível inspecionar a falha visualmente.

iv. Uso de materiais locais, fontes renováveis e fontes próximas são mais resilientes

Como cada localidade tem características próprias, que devem ser observadas para implementação de um sistema, a automação predial também é adquirida localmente por fornecedores que conheçam as soluções mais adequadas.

As certificações de construção sustentáveis incentivam a prática de adquirir com profissionais locais as soluções e, por uma estratégia de resiliência de manutenção ágil em casos de ameaças à edificação, pode-se usar do mercado local para compreender o que é necessário para a implantação de sistemas eficazes.

v. Resiliência antecipa interrupções e um futuro dinâmico

Costello et al. (2009) afirmam que uma das chaves para que construções resilientes respondam às mudanças externas, especificamente mudanças climáticas, é o planejamento de edificações com eficiência energética para contribuir com a redução de carbono. O desenvolvimento de novas tecnologias, a melhoria dos sistemas existentes e a melhoria dos programas computacionais com habilidade de prever mudanças climáticas e antecipar ações são essenciais para essas edificações.

A automação predial estabelece a instalação dessas tecnologias em sistemas, fazendo uso da comunicação e beneficiando a edificação e os usuários com ações de planejamento em caso de turbulências externas ou falhas e riscos previstas em projeto.

vi. Respeito social e equidade são aspectos necessários para ambientes resilientes

O uso da automação em edificações proporciona a oportunidade de empregos mais qualificados, com melhores remunerações e oportunidade de aprendizado. Embora exista a previsão de redução ou perda de empregos manufaturados devido à automação nos próximos trinta anos, o Ministério da Defesa do Reino Unido¹⁵ prevê que o uso da automação também causará uma mudança disruptiva na percepção humana sobre a vida e sobre o ambiente a sua volta (MOD, 2018).

¹⁵ “Global Strategic Trends - The Future Starts Today” (MOD, 2018).

Um exemplo dessa mudança está nos serviços de saúde e assistência médica, para o atendimento, tratamento, logística, emergência e segurança do usuário com aplicações a doenças crônicas e cuidados com idosos. A automação predial associada ao IoT e ao CPS, na área de saúde, pode reduzir os custos do cuidado com a saúde, o tempo de inatividade de um dispositivo crucial para o usuário e o fornecimento remoto de atendimento. Além disso, torna o cuidado com a saúde contínuo e aumenta a qualidade de vida do paciente (ISLAM et al., 2015).

Outro exemplo é o problema da desigualdade de percepção de temperatura ambiental entre homens e mulheres em local de trabalho, considerando que essa variação é um fator que influencia a produtividade e o conforto do usuário (MAULA et al., 2016). Nesse sentido, os processos de automação para padronização do ambiente complementados por estratégias de personalização da ventilação propostas por Kalmár (2017), podem fazer a regulação desses fatores ambientais, satisfazendo tanto as necessidade coletivas quanto as expectativas individuais.

2.3.4. Obstáculos para implantação

Um dos obstáculos identificados para elaboração da automação predial é a falta de padronização de termos dentro da área. Um exemplo disso é a similaridade da definição entre CPS e IoT. A definição exposta no trabalho considera a perspectiva dos autores citados e suas respectivas fontes, visando definir com clareza essa diferença. Porém identificou-se que o uso do termo IoT é recorrente como termo genérico para sistemas com equipamentos que podem se comunicar com acesso à internet.

Outro obstáculo que se observa é que a análise das variáveis externas para programação do sistema implementado pode tornar-se muito complicada. É possível prever ameaças ao sistema pela análise de riscos dos projetos, porém o planejamento de resiliência da edificação é limitado às ameaças que se conhecem. Para solucionar esse problema, Jackson; Cook; Ferris, (2015), propõem uma organização do sistema resiliente em sete diferentes estados de funcionamento e 28 possíveis transições entre esses estados. Dessa maneira, a resiliência não é planejada pelos eventos em si, e sim de acordo nível de interrupção do evento e na transição entre os estados de funcionamento da edificação.

2.4. Síntese analítica

Com alto grau de irradiação solar e as reservas naturais do país, evidencia-se que há um alto potencial para o mercado de energia solar no Brasil. Segundo dados do Ministério de Minas e Energia e da Empresa de Pesquisa Energética (BRASIL, 2018), a geração de energia solar no Brasil deu um grande salto; ainda assim, está muito aquém da capacidade de produção do país.

As tecnologias fotovoltaicas e eólicas demonstram que, para se fazer um projeto com energias renováveis, é necessário analisar as perdas do próprio sistema, no seu funcionamento, inerente a todas as tecnologias, além da taxa de conversão da energia renovável em energia elétrica. Cada tecnologia trará vantagens diferentes para o projeto elaborado, sendo necessário que sejam escolhidas de acordo com o objetivo de cada projeto.

A manutenção é parte importante para manter o rendimento dos equipamentos, e por isso, deve fazer parte do planejamento. Assim como os equipamentos das tecnologias propostas passam a ser parte da própria edificação e atendem aos princípios da resiliência, o inverso também acontece, e a resiliência projetada também influencia as tecnologias empregadas.

Uma vez que os equipamentos das tecnologias propostas são projetados para a edificação, esses equipamentos passam a ser parte da edificação, devendo atender aos princípios de resiliência desenhados para o projeto. Existe, portanto, um círculo de causalidade virtuoso no projeto dessas tecnologias. Considerando que as tecnologias propostas contribuem para aumentar a resiliência da edificação, pode-se dizer que o inverso também é verdadeiro, uma vez que a resiliência influencia positivamente nas tecnologias empregadas.

É possível prever o uso de baterias como um complemento da geração por energia renovável, não apenas para reserva de segurança de cargas pontuais, como em computadores e servidores, mas também para toda a edificação. O armazenamento pode ser feito por mais de uma maneira, e a proposta de usar baterias se mostra promissora pelo avanço tecnológico e social que se espera alcançar nos próximos anos.

O armazenamento contribui para a resiliência, mas a tecnologia da solução ainda é incipiente, assim como as normas. Esse fato não elimina a possibilidade de usar e a necessidade de se estudar a solução. Ao contrário, é preciso concentrar esforços em estudos, pesquisas e investimentos para que todo ciclo de vida da tecnologia seja mapeado e aperfeiçoado a fim de que seja economicamente viável e que não haja custos sociais e ambientais em sua implementação.

A automação demonstra capacidade para contribuir para eficiência energética da edificação. A automação predial não limita a autonomia do usuário de utilizar os equipamentos, mas sim otimiza o desempenho dos equipamentos em necessidades básicas para que o usuário só precise operar em casos particulares. A automação ainda pode ser programada para diferentes usos, climas e situações, o que é útil para a resiliência da edificação em caso de mudanças do cenário e ambiente.

Além disso, a automação pode ser aplicada em várias tipologias e usos de edificações, como conforto, saúde e segurança. A comunicação e o armazenamento eficiente de dados são essenciais para qualquer tipo de automação que se instale. Como as diretrizes para reduzir os gastos de energia elétrica são fundamentais para um cenário de maior uso de equipamentos, a eficiência é inerente às construções e já se tem um ambiente propício com normas estabelecidas e tecnologia com capacidade de comunicação.

As três soluções, mini e microgeração distribuída, armazenamento de energia elétrica e automação predial, têm potencial para influenciar positivamente a resiliência da edificação e, para isso, é necessário que sejam planejadas de maneira integrada no projeto.

Soluções	Mini e Microgeração Distribuída	Armazenamento de Energia Elétrica	Automação Predial
Princípios	Fornecer eletricidade a partir de uma fonte de energia renovável.	Armazena a energia elétrica gerada para manter o fornecimento constante e melhorar a qualidade da energia entregue.	Otimiza o funcionamento dos equipamentos da edificação e melhora dos índices de eficiência energética.
Sistemas resilientes provêm necessidades básicas humanas	Fornecimento de energia elétrica independente de fontes externas, como concessionárias.	Permite a operação ilhada do sistema, fornecendo energia elétrica na ausência de uma fonte direta.	Otimiza o uso da energia elétrica na edificação associado ao usuário, fazendo bom uso da energia gerada e armazenada.
Redundância de sistemas e diversidade são inerentes a sistemas mais resilientes	Provem mais de uma fonte de energia elétrica para assegurar o fornecimento.	Trabalha como uma fonte de energia a partir do armazenamento do excedente de energia elétrica gerado.	Auxilia na resposta do sistema para alternar as fontes de energia elétrica
Durabilidade é uma das chaves para resiliência	Dimensionamento adequado e manutenção periódica de todo sistema das instalações prediais e da geração de energia elétrica.	Dimensionamento adequado e manutenção periódica de todo sistema das instalações prediais e da geração de energia elétrica.	Permite o monitoramento constante e completo da edificação para dar apoio para a manutenção organizada.
Uso de materiais locais, fontes renováveis e fontes próximas são mais resilientes	Contribui para o uso de fontes renováveis abundantes no local da construção e proximidade da fonte geradora.	Aquisição de materiais e equipamentos de fontes que tenha aderido a esquemas de certificações de responsabilidade da origem responsável.	Faz uso de tecnologias para automação dominadas no local e inventiva a capacitação em novos sistemas
Resiliência antecipa interrupções e um futuro dinâmico	Provem energia elétrica mesmo em condições adversas do ambiente construído. O dimensionamento do sistema prevendo o aumento de carga e alterações do ambiente fazem parte deste escopo.	Fornecimento de energia elétrica quando não há uma fonte direta de produção de energia elétrica	Permite sistema de aprendizado contínuo, observando mudanças ambientais e de uso.
Respeito social e equidade são aspectos necessários para ambientes resilientes	Aquisição de produtos e serviços por fornecedores locais, incentivando o comércio e capacitação.	Aquisição de produtos de origem responsável, incentivando a reciclagem do material e impulsionando a pesquisa da tecnologia	Permite o cuidado constante dos usuários da edificação, sendo um sistema que monitora continuamente a segurança, saúde e conforto do usuário.

Quadro 5 - Princípios de Resiliência aplicados às soluções da edificação

CAPÍTULO 3 - PROJETO COM SOLUÇÕES TECNOLÓGICAS INTEGRADAS

Este capítulo apresenta a aplicação das soluções de mini e microgeração distribuída, armazenamento de energia elétrica e automação predial no desenvolvimento de projetos, considerando como referência três padrões de processo de produção de projeto: convencional, integrado e tecnológico-colaborativo.

A forma de produzir o projeto é condicionada por metodologias de gestão e de trabalho, contextos tecnológicos, padrões de representação e integração dos profissionais envolvidos, o que influencia o desempenho energético da edificação, especialmente em relação à eficiência da energia elétrica (WANG et al., 2009).

Em relação aos profissionais envolvidos, é importante ressaltar que as soluções adotadas para alcançar padrões determinados de eficiência energética da edificação dependem do conhecimento técnico aplicado e das decisões tomadas em projeto. Estudos de Monzoni; Vendramini (2017) mostram que essas decisões estão conectadas às possibilidades de funcionalidade, ao método construtivo e materiais selecionados e a outras medidas de sustentabilidade do edifício.

Quanto mais integração houver durante a concepção do projeto, maior é a possibilidade de customização do *design* da edificação, da antecipação de soluções para futuras adaptações, da compatibilização entre subsistemas com foco em soluções específicas, por exemplo iluminação, condicionamento de ar, segurança, tratamento de água, entre outros; além disso, maior é a possibilidade de aprendizagem para a equipe. Esses e outros aspectos, como a interação entre o edifício e o seu ambiente e as diferentes dimensões do projeto que impactam o seu desempenho global foram observados por Brígite; Ruschel, (2016); Figueiredo, (2009); Ju; Ning; Pan, (2016), com vistas à complexidade do projeto com soluções integradas com eficiência de energia elétrica.

Diante das diversas possibilidades consideradas, Xie e Gou (2017) demonstram que a integração multidisciplinar na etapa concepção do projeto acarreta uma edificação com respostas mais sensíveis às mudanças climáticas, enquanto projetos com integração posterior, de forma fragmentada, ficam submetidos a soluções puramente tecnológicas, como a adição de componentes e equipamentos. Andrisano et al. (2018) concordam com os autores e complementam que a integração do projeto, desde a sua concepção, também contribui para que

o edifício passe pela avaliação do desempenho dos recursos utilizados na sua produção e do desempenho obtido com o uso e operação.

Nesse contexto, soluções ativas e integradas, vinculando mini e microgeração distribuída, armazenamento de energia elétrica e automação predial estão diretamente ligadas aos princípios de resiliência já apresentados no CAPÍTULO 1 – RESILIÊNCIA PARA EDIFICAÇÕES, no que tange à provisão de necessidades humanas básicas, preferencialmente com recursos locais, à possibilidade de diversidade e redundância de sistemas¹⁶, se necessário, e à gestão de riscos por antecipação de soluções (como variações e escassez de abastecimento, por exemplo).

Especificamente em relação à integração da equipe de profissionais envolvidos na etapa do projeto e posterior a ele, há desafios que precisam ser considerados, especialmente para os especialistas de Desempenho Energético que apoiam os processos decisórios, o que requer capacitação técnica. De acordo com os requisitos e orientações para uso da Norma de Gestão de Energia, ABNT ISO 50001:2018, podem ser verificados os seguintes desafios:

- A definição e aquisição das tecnologias integradas, o que representa investimento e esforço comum para o planejamento, supervisão e manutenção;
- Comissionamento do processo de integração das tecnologias;
- A capacitação técnica ou treinamento de equipes para utilizar as soluções tecnológicas e sistemas implementados, levando em consideração a educação dos usuários finais quanto à evolução tecnológica proporcionada;
- O lidar com dúvidas e barreiras ligadas ao usuário final acerca de questões financeiras e funcionais ou operativas, além da difusão da informação sobre a mini e microgeração distribuída, armazenamento de energia elétrica e automação predial;
- A preocupação com a identificação de falhas, comunicação, segurança e proteção dos usuários, visando à melhoria contínua.

Quanto aos benefícios que podem ser proporcionados para os usuários com a implementação de soluções tecnológicas integradas para eficiência energética, destacam-se a redução do desperdício, a autossuficiência do edifício, pois se adquire independência do

¹⁶ Kerzner (2015, p.42) define sistema como um grupo de elementos organizado e arranjado de forma que “os elementos possam agir como um todo rumo ao alcance de alguma meta ou objetivo comum. Sistemas são coleções de subsistemas interativos que, adequadamente organizados, podem fornecer um resultado sinérgico. Sistemas são caracterizados por suas fronteiras ou condições de interfaces”.

fornecimento externo de energia elétrica e, se necessário, o auxílio no abastecimento da rede local.

Tendo os usuários como clientes finais, Alves, (2017) explica que a geração distribuída pode oferecer serviços de abastecimento, capacidade de cargas pico, reserva e manutenção da capacidade adicional para flutuações e emergências, confiabilidade do sistema, qualidade da energia e suporte para usuários com a capacidade de geração parcial ou integral.

Os benefícios e vantagens que podem ser alcançados pelas empresas, também apresentados e contextualizados neste capítulo, levam em consideração as características inerentes ao setor produtivo em que elas estão inseridas, as demandas sociais, ambientais e de mercado, além das formas de produção do projeto de edificações inicialmente comentadas.

Com esses argumentos, entende-se que é importante apresentar as correlações existentes entre a implementação das soluções tecnológicas integradas para eficiência da energia elétrica na etapa do projeto (seja ele convencional, integrado ou tecnológico-colaborativo) e os benefícios prováveis que podem retornar para os usuários, para as empresas envolvidas no projeto (até mesmo após essa etapa) e para a empresa.

3.1. Integração das tecnologias no projeto convencional

O projeto convencional caracteriza-se como um processo fragmentado, pois é realizado por meio de etapas sequenciais e lineares, com entregas parciais e finais. Esse processo, iterativo e colaborativo apenas em certos níveis e dentro das disciplinas, pressupõe medidas corretivas, relatos de erros, falhas na comunicação, retrabalhos e pouca integração entre os agentes envolvidos (FIGUEIREDO, 2009).

Como a participação de profissionais para a concepção desse tipo de projeto é usualmente restringida apenas ao arquiteto, o contratante e especialistas em eficiência energética, poucas alterações são feitas nas soluções inicialmente propostas, embora seja justamente essa a etapa em que os custos de tais mudanças não representam ainda custos

acumulados¹⁷. Nas etapas posteriores, ocorre uma série de solicitações, principalmente na obra, quando a influência dos agentes envolvidos diminui e cada mudança realizada pode resultar em retrabalho e mais custos acumulados, além da dificuldade para se obter a melhor solução conjunta (FIGUEIREDO, 2009; PMI, 2017).

As características globais da produção convencional do projeto, estudadas por diversos autores, como Manzione (2013) e Oliveira (2013), também refletem rotinas e procedimentos organizacionais com baixa integração. Além disso, acredita-se que há maior probabilidade de dificuldade na aplicação de soluções integradas pela própria caracterização do processo, inclusive para situações críticas, que requerem planejamento e a visão sistêmica do desempenho do edifício (FIGUEIREDO, 2009). Assim, para atender às imprevisibilidades de forma planejada, segura e, sobretudo, autônoma, é necessário modificar também as práticas convencionais da produção do projeto, incluindo a gestão, em geral, bastante focada na parte operacional do projeto, como a produção de desenhos, o padrão de representação gráfica e o controle das entregas parciais.

A Figura 11 demonstra a estrutura da produção convencional do projeto e os *inputs* de soluções integradas. Ela mostra que poucos agentes participam da concepção do projeto, podendo haver a colaboração de um consultor ou especialista, embora isso não implique necessariamente a produção de um projeto integrado. Tratando-se de soluções de eficiência de energia elétrica, o consultor, especialista e/ou projetista apoia a estruturação das informações inseridas no projeto, embasando as análises prévias do projetista ou arquiteto, justificando para o cliente as vantagens obtidas com as soluções aplicadas. Por isso, nessa etapa, há apenas um conhecimento prévio das soluções para microgeração, armazenagem e automação.

¹⁷ Melhado (2005) explica que os custos acumulados da edificação podem incluir custos de construção (incorridos ao término da construção), custos de operação (têm caráter preventivo, decorrente do abastecimento/ consumo do edifício e operação de equipamentos), custos de manutenção (caráter preventivo, decorrentes da substituição de materiais e reparos), custos de adaptação (caráter preventivo, decorrente da adaptação da edificação às necessidades de uso) e os custos de demolição, desconstrução ou venda.

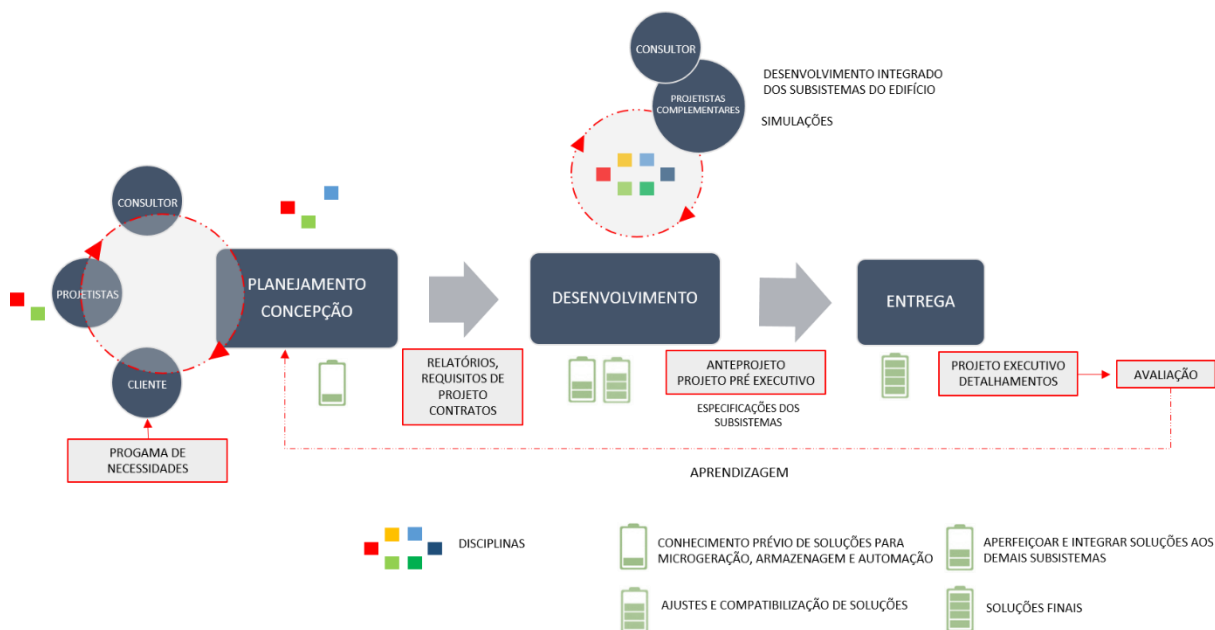


Figura 11 - Soluções integradas de eficiência energética no projeto convencional. Fonte: Adaptado de Figueiredo (2009) e AGESC (2019).

Quanto à conscientização das vantagens obtidas com a implementação de soluções que otimizem o desempenho energético do edifício, o Atlas da Eficiência Energética de 2019, publicado pelo Ministério de Minas e Energia e pela Empresa de Pesquisa Energética (MME; EPE, 2020), destaca que a EE ainda não é uma prioridade nos projetos de clientes consumidores¹⁸ pois ainda há desconhecimento sobre os seus benefícios, como o real custo de consumo de energia e benefícios das ações para eficiência.

Destaca-se, ainda, que o projeto voltado para o conceito de EE estabelece novos desafios para os projetistas (CARLO; LAMBERTS, 2010). O arquiteto deve ter o conhecimento básico das áreas que influenciam a eficiência energética da edificação, mas depende do conhecimento específico das outras áreas para aprimorar os resultados na concepção arquitetônica.

O próximo momento de interação acontece no desenvolvimento do projeto, quando é necessário compatibilizar as disciplinas envolvidas. Como resultado, a capacidade de interferir no projeto arquitetônico pela retroalimentação das informações é reduzida ou anulada ao passo

¹⁸ Essa constatação também foi feita por um dos especialistas que participaram da avaliação do *Scorecard* deste trabalho. A elaboração pode ser apreciada no APÊNDICE D - Transcrição da Videoconferência

que poucos especialistas podem opinar na concepção e só desenvolvem, em geral, as suas respectivas soluções após a entrega do projeto arquitetônico.

Salienta-se que é nessa etapa que as soluções precisam ser desenvolvidas e compatibilizadas, como indicam os ícones para a necessidade de “aperfeiçoar e integrar soluções aos demais subsistemas” e “ajustes e compatibilização de soluções” (Figura 11).

Em função das fragilidades que caracterizam um processo convencional (MANZIONE, 2013; OLIVEIRA, 2013; OLIVEIRA; MELHADO, 2006), por vezes, a percepção dos projetistas sobre o desempenho operativo está mais ligada ao comportamento em uso da edificação do que com o projeto em si, sem serem percebidas todas as vantagens da relação entre a implementação de diretrizes e metas no processo de projeto e o resultado – a própria edificação.

É provável que os processos de aprendizagem, para todos os agentes envolvidos no projeto, aconteçam após a entrega do projeto, quando também ocorre a entrega das especificações das soluções finais para eficiência de energia elétrica, com a realimentação dos próximos projetos captados, conforme é indicado na linha tracejada em vermelho da Figura 11.

Presume-se que, quanto maior a interação e a aprendizagem entre os profissionais envolvidos no projeto e construção, maior é a possibilidade de aplicar soluções integradas, considerando o desempenho ambiental do edifício. Assim, a melhoria do projeto arquitetônico entregue pode evoluir de acordo com a experiência profissional obtida com a integração da equipe.

3.2. Integração das tecnologias no Projeto Integrado

A abordagem do Processo de Projeto Integrado (PPI) tem se destacado no cenário internacional nas últimas décadas, quando a eficiência energética difundiu publicações, métodos e guias para orientar a produção de projetos, alcançando a etapa de operação do edifício (BUSBY PERKINS+WILL STANTEC CONSULTING, 2007; LÖHNERT; DALKOWSKI; SUTTER, 2003).

As práticas que caracterizam um projeto integrado, por definição, englobam a concepção de forma sistemática, integrada e simultânea de produtos. No projeto integrado, uma abordagem sistêmica do processo de projeto conduz à produção colaborativa quando as

partes interessadas têm o objetivo comum de alcançar a eficiência (FABRICIO, 2002; FIGUEIREDO, 2009).

Abordagem sistêmica, de acordo com Kerzner (2015), tem relação com a capacidade de reconhecer a existência de alternativas que tragam soluções integradas, o que também se aplica para as soluções de eficiência de energia elétrica. O autor define essa abordagem sistêmica como:

Um processo lógico e disciplinado de resolução de problemas [...] a abordagem sistêmica força a revisão do relacionamento dos vários subsistemas; é um processo dinâmico que integra todas as atividades em um sistema total significativo; agrega e combina sistematicamente as partes do sistema em um todo unificado; busca uma solução ou estratégia ideal na resolução de um problema. (p. 64)

Assim, a produção do projeto integrado é constituída por decisões de projeto, tomadas por profissionais de campos de conhecimento diferentes, que levam em consideração as soluções estratégicas importantes para todos os subsistemas da edificação. O denominador comum é a observação de um mesmo objeto sob várias perspectivas. Essa premissa potencializa a aplicação das soluções integradas que podem levar a uma eficiência da energia elétrica otimizada.

A partir do Guia PMBOK (2017), compreende-se o quanto é desejável, para a formação da equipe, observar aspectos básicos como a expertise dos profissionais selecionados ou a necessidade de treinamento especializado, com vistas à convergência das contribuições individuais para melhores soluções projetuais, construtivas e de uso da edificação.

Além disso, faz parte do ciclo de soluções integradas para eficiência de energia elétrica coletar dados específicos, analisar condicionantes ambientais e considerar as ameaças à estabilidade de funcionamento do sistema implantado na edificação. Trata-se de processos cíclicos de pesquisa, análise e otimização contínua de valores, segundo Figueiredo (2009). Nesse sentido, há uma atenção sobre as simulações, os parâmetros legais, normativos, protocolos de segurança e informações relacionadas ao uso, operação e manutenção, além das possibilidades de contribuição local.

Na visão de Negendahl (2015), essas informações apoiam a concepção do projeto. Em relação às soluções para a eficiência da energia elétrica, basicamente, as informações

necessárias originam-se de três fontes: das demandas dos clientes, da análise das condições ambientais do local e das soluções prévias propostas para eficiência de energia elétrica.

As demandas dos clientes podem ser delimitadas por algumas exigências técnicas, o número, natureza e tipologia dos ambientes e a programação de uso (FIGUEIREDO, 2009). A análise das condições ambientais do local refere-se a análises que podem ser realizadas por simulações simplificadas a fim de verificar, a partir dos requisitos programáticos, funcionais e legais, quais seriam os resultados primários. Quanto às soluções prévias, elas são resultantes das propostas iniciais dos especialistas contratados, levando também em consideração esses dois primeiros aspectos.

Em sua pesquisa, Figueiredo (2009) observou que os resultados positivos das soluções geradas com processos de projetos integrados são fruto de uma consideração global e sistêmica dos edifícios e de todos os seus subsistemas, em função de metas de desempenho ambiental. Para que esses resultados sejam alcançados, especificamente em relação a EE, é necessária a comunicação dos especialistas da área com os demais projetistas, de forma que abordem as melhores estratégias para o projeto (EPE, 2020).

Com o entendimento de como se caracteriza um PPI e com o foco no desempenho operacional e energético da edificação, utilizou-se como referência para uma análise global o ciclo de projeto integrado proposto por Figueiredo (2009), sintetizado na Figura 12. O esquema mostra a associação de soluções integradas, além dos agentes envolvidos, dando ênfase às etapas que envolvem o pré-projeto; conceituação do projeto e desenvolvimento do projeto.

Seis etapas são descritas por Figueiredo, baseadas na NBR 13532/1995¹⁹: Pré-projeto; Conceituação do Projeto; Desenvolvimento do projeto; Documentos da Construção; Construção; Uso e Operação. Essas etapas são sintetizadas na Figura 12 na forma de concepção, desenvolvimento e entrega final do projeto.

Observa-se, na Figura 12, com círculos paralelos concêntricos, que há uma articulação e planejamento maior para alcançar a concepção do projeto, quando as soluções propostas passam por pesquisa e análise, colaboração dos agentes, considerando de forma integrada todos os subsistemas do edifício. Assim, o início do projeto acontece com reuniões de todas as partes

¹⁹ Esta norma foi posteriormente cancelada em 2017 e substituída pela NBR 16636-1/2017 e 16636-2/2017

interessadas para suprir demandas específicas (núcleo da Figura 12). A partir dessa reunião, elabora-se o programa de necessidades, o diagnóstico do local e discutem-se as metas genéricas desejáveis para o desempenho operacional e energético do edifício, bem como a provável aplicação de um sistema para avaliação e certificação de sustentabilidade.

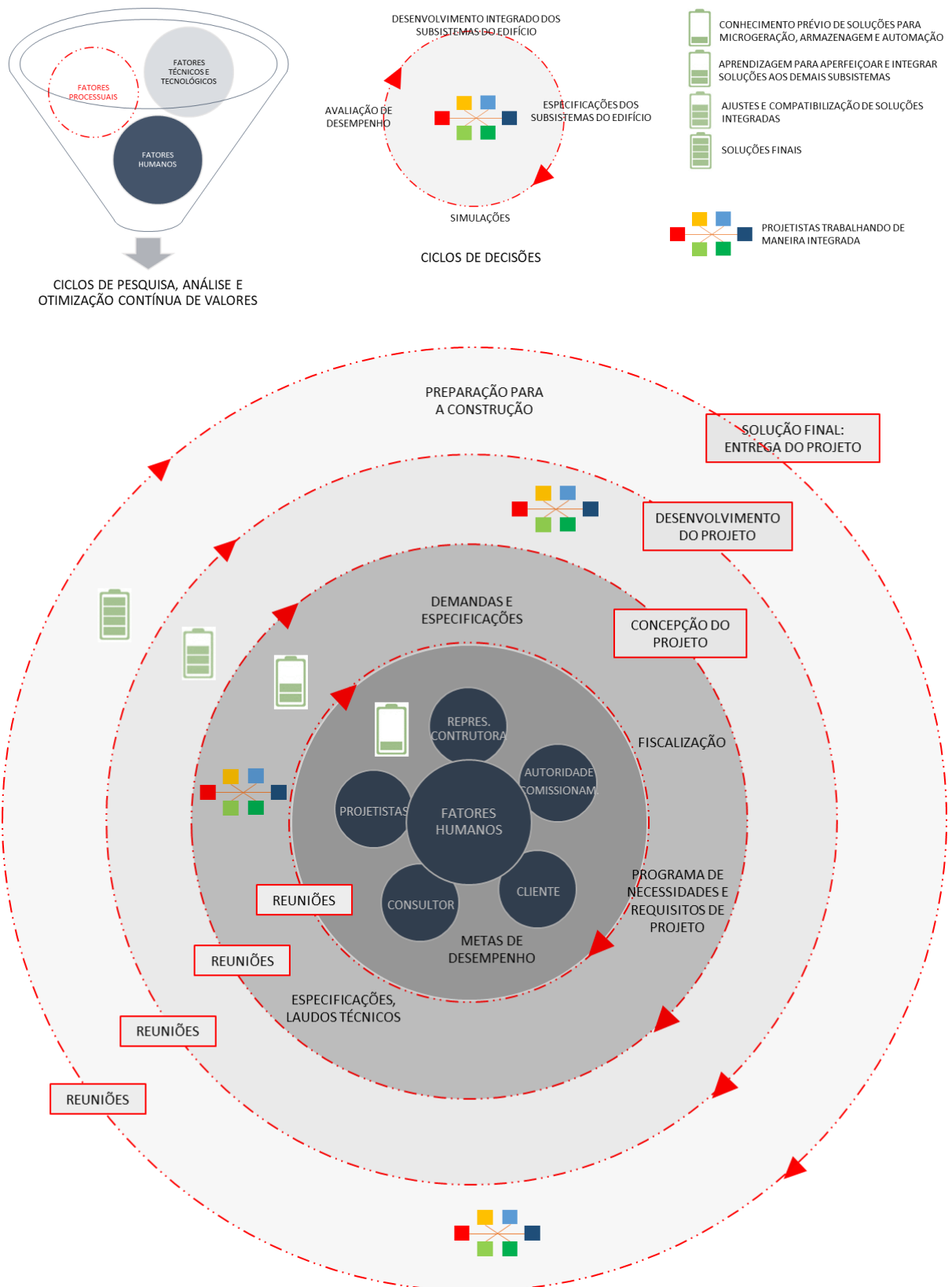


Figura 12 - Soluções integradas de eficiência energética no projeto integrado. Fonte: Adaptado de Figueiredo (2009).

A formação de uma equipe multidisciplinar é o núcleo do processo do PPI e, dependendo do escopo e da complexidade do projeto, ao adotar soluções integradas, visando a um desempenho ótimo da energia elétrica, mais especialistas podem ser requisitados. De acordo com Busby Perkins+Will Stantec Consulting (2007), o grupo de profissionais com competências para implementar soluções de eficiência de energia elétrica poderia incluir o projetista de instalações elétricas, apto para especificações com esse foco, e o especialista em eficiência energética ou engenheiro de energia, para a condução de simulações de desempenho energético ou análises específicas que incluam tecnologias de energia renovável e estratégias de tecnologia híbrida²⁰.

Especificamente em relação ao uso de ferramentas de simulação, Negendahl (2015) destaca que isso pode ser uma barreira, pois a ferramenta de simulação e a ferramenta de desenho não são as mesmas, implicando que o projeto precisa ser transferido entre aplicativos e geralmente também precisa ser remodelado para facilitar os cálculos computacionais.

Com o desenvolvimento do projeto, as compatibilizações são realizadas entre as disciplinas para verificação de falhas e interferências nos subsistemas. Por esse motivo, talvez sejam necessários ajustes nas soluções propostas (ícone da bateria indicado no terceiro nível da Figura 12), embora seja importante destacar que, em relação ao projeto convencional, há menos erros e omissões de projeto. No quarto nível da Figura 12, entregam-se as especificações das soluções aplicadas.

É importante ressaltar, ainda, que um projeto integrado pode ou não ser apoiado por uma plataforma tecnológica colaborativa, desde que a cooperação e a colaboração, entre as partes interessadas, ocorram como fio condutor de todos os processos.

²⁰ O *Roadmap for the Integrated Design* explica que “a equipe principal deve ser responsável por identificar e trazer membros adicionais, conforme necessário, dependendo do tipo de projeto, experiência da equipe principal e preferências do cliente” (BUSBY, PERKINS + WILL; STANTEC CONSULTING, 2007, p.16, tradução nossa).

3.3. Integração das tecnologias em plataforma tecnológica e colaborativa

Para contextualização da perspectiva da produção não convencional, a metodologia BIM²¹ (*Building Information Modeling*) será utilizada como referência. Destaca-se que o BIM representa uma mudança em relação a produção, construção e operação convencional, inovações de produto e de processos. Tem como característica própria a colaboração e a integração tanto em termos de gestão quanto em termos de tecnologia aplicada.

Especificamente em relação à aplicação de soluções de eficiência energética para o desempenho do edifício, o uso do BIM aponta para benefícios como a construtibilidade virtual, as possibilidades de simulação e a suficiência e utilidade das informações agregadas e geradas com o modelo para análises mais robustas²².

Embora haja dificuldade de analisar as informações obtidas, as simulações realizadas nesse processo de projeto podem gerar a possibilidade de “testar propostas e validar soluções mais adequadas ao conjunto da edificação, antevendo e predizendo o desempenho em cada uma das alternativas” (Brigitte e Ruschel, 2016, p.10).

A produção tecnológica do projeto em BIM acontece por meio de menos etapas, com a construção de um modelo integrado. De maneira sucinta, o projeto em BIM inicia-se com a concepção, que é aprovada após um alinhamento com as demandas do cliente final e com o programa de necessidades. Depois, há o desenvolvimento do projeto, que inclui diversas compatibilizações das disciplinas envolvidas e do modelo federado; e a entrega do projeto conforme contratado (EASTMAN et al., 2008).

A Figura 13 mostra a estrutura da produção do projeto em BIM e as possibilidades de associação de soluções integradas, além dos agentes envolvidos. Observa-se que a análise crítica dos resultados obtidos em cada etapa da produção do projeto é pré-condição para avançar. Manzione (2013) concorda com Figueiredo (2009) sobre a necessidade de instrumentos para o planejamento e controle do processo como um fator relevante, capaz de

²¹ Em termos de definição, o *Building Information Model* ou *Building Information Modeling* (BIM – Modelo/ Modelagem de Informações da Construção) representa uma metodologia que utiliza a modelagem da informação da construção para uma simulação integrada, automática e automatizada.

²² A metodologia BIM de trabalho apresenta oportunidades de melhoria e desafios. O foco desse tema no trabalho é investigar como a plataforma colaborativa auxilia a integração das tecnologias propostas e a eficiência energética da edificação, sem se aprofundar na metodologia do processo de projeto e nos desafios.

manter a colaboração intensiva e o alinhamento dos objetivos do empreendimento com o modelo.

Esse acompanhamento é importante porque a complexidade e a natureza dinâmica do projeto ocasionam diversos momentos de análise e solicitações que modificam, gradualmente, o programa e o projeto inicial. A característica interativa e colaborativa inerente ao PPI e ao BIM facilita esses processos.

A produção do projeto em BIM pode conter uma aplicação mais efetiva de soluções integradas de eficiência energética. Tais soluções, nessa abordagem, influenciam e sofrem influência do próprio processo de produção.

Dessa forma, as disciplinas responsáveis pelas instalações elétricas e pela eficiência de energia elétrica participam desde a concepção do projeto. As informações dessas áreas, trocadas e compartilhadas continuamente, enquanto o processo do projeto e modelos são acompanhados, são agregadas aos modelos individuais.

Aos poucos, novas informações são inseridas para análises e simulações, mas sempre a partir de interações com os demais modelos. Após revisões e compatibilizações, necessárias para o desenvolvimento do projeto, os modelos podem ser agrupados em um ambiente comum de dados, gerando, com essa fusão, um modelo federado.

Após as revisões finais, checando as informações especificadas em relação ao nível de desenvolvimento requerido dos objetos, pode-se analisar as documentações geradas e liberar o projeto para as próximas etapas.

Nesse contexto, Yuan e Yuan (2011) destacam que as entradas de dados de todo o planejamento interferem na EE, inclusive, após a etapa de projeto, considerando, que em todo ciclo de vida da edificação, há um consumo de energia incluindo materiais, operação, construção, inclusive no momento em que não estiverem em uso.

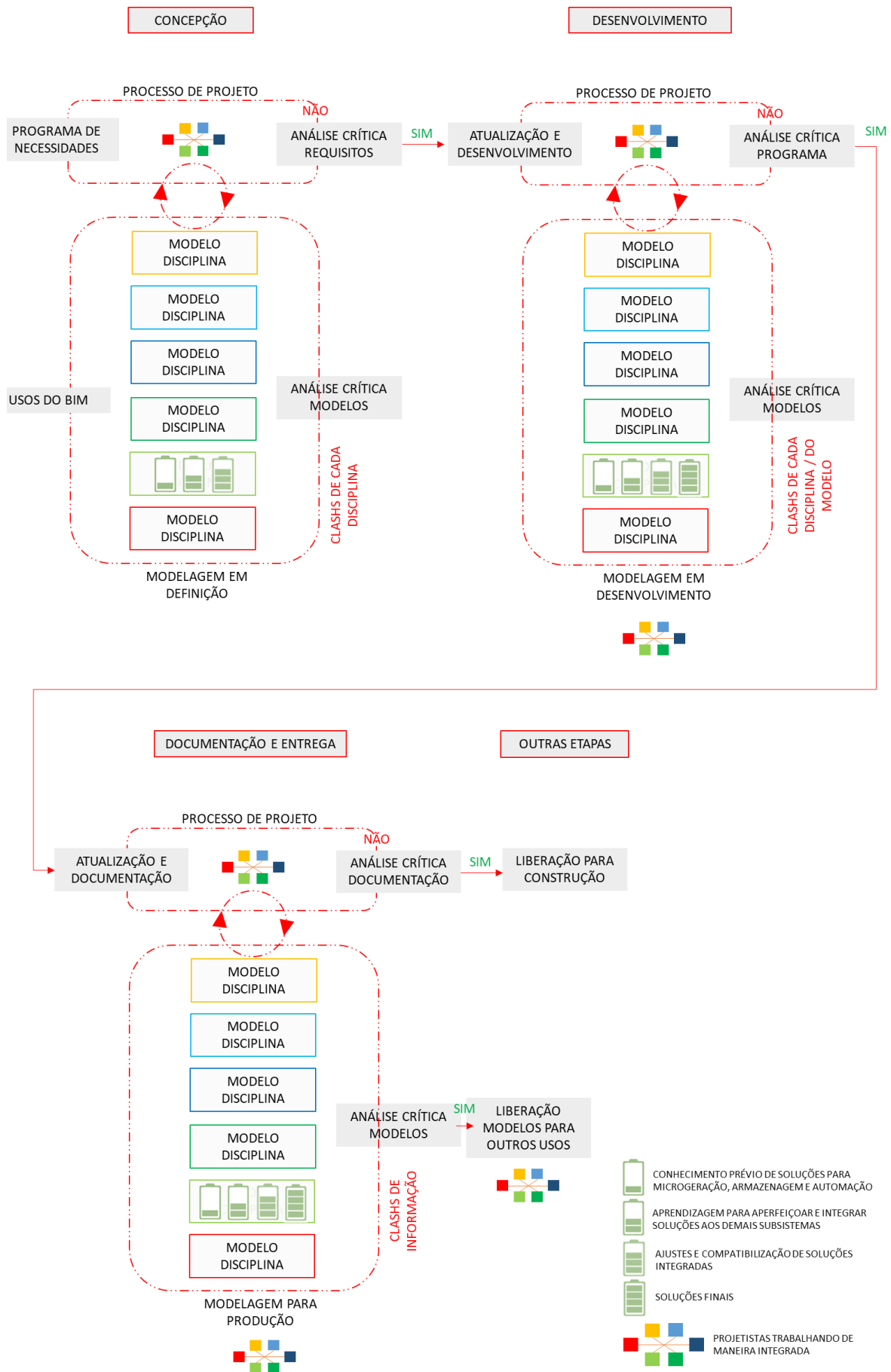


Figura 13 - Soluções integradas de eficiência energética no projeto em BIM. Fonte: Adaptado de Manzione, 2013.

Apesar das dificuldades de implementação do BIM, devido a barreiras técnicas, tecnológicas e culturais (MANZIONE, 2013), seu uso atende às exigências do mercado atual em relação à redução dos custos e tempo de projeto, quando associado a métodos de auxílio ao projeto com alta qualidade ambiental (ANDRADE; BORGES; LIMA, 2017; EASTMAN et al., 2008).

Cabe uma consideração a respeito das semelhanças entre PPIs e BIM. Pelas suas características fundamentais, o BIM engloba processos de projeto integrados em ambientes colaborativos e tecnológicos. Já o PPI tem como premissa integrar o processo de produção ao produto em si. A prática do projeto integrado converge para a implantação do BIM enquanto ferramenta e metodologia de gestão e planejamento, caracterizando o que Succar (2009) denomina “entrega integrada de projeto”.

3.4. A abordagem organizacional e vantagens da implementação de soluções de tecnologias integradas

A abordagem organizacional, no que tange à reconfiguração de capacidades existentes e à construção de capacidades técnicas em disciplinas específicas, impacta a produção da edificação e as soluções adotadas para eficiência de energia elétrica. Isso significa que a proposição de soluções integradas inclui a habilidade de desenvolver um produto – edificação – a fim de se obter o que Gusberti et al. (2015, p. 924) denomina de “arquitetura do produto ou da tecnologia para exercer alguma função”.

Reconfigurar capacidades existentes e construir novas capacidades implicam o uso de práticas que, provavelmente, podem estimular o aprendizado com o desenvolvimento de cada projeto. Do ponto de vista organizacional, práticas envolvem procedimentos e rotinas, comuns aos ambientes de produção, e processos. Quanto aos processos, existe uma relação com outros elementos, como a estratégia adotada pela empresa (por exemplo, a aplicação de soluções tecnológicas integradas), a estrutura organizacional para realizar essa aplicação (desde a concepção do projeto, construção e operação do edifício), e a verificação do desempenho das soluções geradas (KERZNER, 2015).

Um amplo resultado de definições acerca do que seriam processos foi discutido por diversas áreas de conhecimento. Entretanto, há uma convergência em relação ao entendimento de que processos envolvem atividades com entradas de diferentes tipos e uma saída de valor

para o cliente final (DAVILA; EPSTEIN; SHELTON, 2007; MOSCARDINI; KLEIN, 2015; PMI, 2017; TIDD; BESSANT; PAVITT, 2008).

Paim et al. (2009) apresentaram a definição de três tipos de processos úteis na perspectiva da implementação de soluções integradas para eficiência de energia elétrica, classificados em:

- Processos gerenciais, que fomentam e organizam práticas focadas em soluções integradas;
- Processos de desenvolvimento²³, cujos resultados gerados equivalem aos sistemas e serviços selecionados e especificados na etapa do projeto para os fins específicos;
- Processos de suporte, vinculados às atividades de suporte, manutenção, monitoramento e controle dos sistemas.

Os processos gerenciais podem atuar em todo o ciclo de vida do edifício, envolvendo atividades de coordenação e acompanhamento dos resultados obtidos no projeto, na execução e, dependendo da responsabilidade atribuída, na operação.

As atividades de coordenação, especificamente, podem incluir a formação de equipes, alocação de profissionais, realização de treinamentos em campos específicos, além de incentivar o aprendizado sobre os processos realizados.

Os processos de desenvolvimento, atuantes na etapa de concepção e desenvolvimento do projeto, envolvem as seguintes atividades: formar equipes para o diagnóstico dos fatores ambientais que condicionam o projeto; conhecer, selecionar e priorizar as soluções tecnológicas adequadas e compatíveis; além de modelar e compatibilizar os sistemas selecionados, considerando a durabilidade, diversificação do sistema e redundância parcial.

Os processos de suporte, atuantes na operação do edifício, envolvem as seguintes atividades: realizar a segurança, controle e supervisão dos sistemas; avaliar periodicamente o desempenho do sistema integrado selecionado e instalado; e registrar aprendizado.

Com a aplicação das soluções desenvolvidas culminando no lançamento de produtos ou serviços, processos tecnológicos e tecnologias para a empresa, é possível que um ciclo de

²³ O termo “Processos Finalísticos” (Paim *et al.* (2009) foi substituído pelo termo “Processo de Desenvolvimento” pois analisou-se o processo do ponto de vista de procedimento e não de produto.

aprendizagem resulte em três situações: na entrega de valor, quando o conhecimento se torna explícito na forma de processos; no refinamento de produtos, quando há identificação de possíveis melhorias; e na construção de competências, quando há uma atenção para a reconfiguração ou construção de capacidades futuras (DAVILA; EPSTEIN; SHELTON, 2007).

Para compreender as possíveis vantagens e benefícios que podem ser alcançados para a empresa e para os profissionais envolvidos, é necessário contextualizar o paradigma que caracteriza os processos produtivos em que eles estão inseridos. Trata-se de enfrentar uma indústria fragmentada, pouco inovadora, com atrasos tecnológicos e baixa produtividade (BLUMENSCHNEIN, 2004; SANTOS; CATELANI, 2017).

Apesar disso, há subsetores dentro da indústria da construção, como o subsetor de empresas ligadas, principalmente, à tecnologia, que vêm assimilando e absorvendo as mudanças impostas pelas demandas de produtividade e sustentabilidade ambiental de forma lenta e gradual. Nesse contexto, a energia elétrica é um dos fatores estratégicos que, associado à tecnologia da informação e à automatização de sistemas produtivos, impulsiona avanços (ABDI; MDIC, 2017).

Tais avanços podem ser observados, por exemplo, na implementação de um sistema integrado comportando mini e microgeração e armazenagem também para distribuição local mediante situações críticas. Ele representaria a associação de produtos e tecnologias existentes para incrementar o desempenho de um edifício. Essa associação, para o projeto, implica modelagem de sistemas conjuntos, tendendo para um sistema mais complexo para suportar mais funções, como autonomia e abastecimento.

Nesse caso, há a possibilidade de o edifício adquirir uma função ativa, tornando-se fonte de abastecimento. Isso representa uma vantagem, pois vivencia-se um cenário de constantes mudanças, eventuais falhas de abastecimento convencional ou mesmo a escassez de recursos.

Uma análise de satisfação dos usuários em edifícios sustentáveis feita por Khoshbakht et al. (2018) demonstra que, em países mais desenvolvidos, como Estados Unidos e Inglaterra, há uma percepção mínima dos usuários com relação às melhorias da edificação. Já em países em desenvolvimento, como China e Coreia do Sul, os usuários avaliam um padrão muito superior dos edifícios sustentáveis. Para os autores, essa constatação é decorrente da referência

de qualidade das edificações existente nos Estados Unidos e Inglaterra, que é maior do que as edificações na China e Coreia do Sul.

Levando em consideração a percepção da qualidade das edificações, vale lembrar que o Brasil ainda tem predominantemente processos produtivos tradicionais e convencionais, tanto na produção de projetos de edificações quanto em relação aos próprios processos construtivos adotados, resultando também em edificações convencionais (MANZIONE, 2013), o que pode impactar na qualidade. Contudo, assim como em países em desenvolvimento, há probabilidade de que a percepção dessa qualidade gerada seja um elemento reforçador para avanço nas metas estabelecidas para o desempenho energético global das edificações.

Nesse contexto, Monzoni; Vendramini, (2017, p. 27) destacam a importância de subsidiar “melhorias em mecanismos financeiros existentes ou a criação de novos instrumentos voltados para o financiamento dos projetos” com este escopo, visando expandir recursos para soluções de iluminação, climatização (aquecimento e refrigeração), ventilação natural e isolamento térmico, além de geração de energia por meio de fontes renováveis (MONZONI; VENDRAMINI, 2017).

Outros elementos reforçadores para o avanço nesse cenário podem incluir a pressão mercadológica, a demanda dos clientes ou iniciativas próprias da empresa. Interessam, para as empresas, em termos de estratégia, no curto prazo, a aplicabilidade das soluções, a adaptabilidade do edifício e a influência das soluções propostas para captar clientes potenciais.

Em relação às pressões mercadológicas, também cabe um aprofundamento para contextualizar o paradigma da sustentabilidade ambiental existente na arquitetura, bem como os principais aspectos tecnológicos que apoiam as vantagens e possibilidades que podem ser alcançadas pelo edifício.

Há quase meio século, observa-se uma ampla discussão quanto às questões vinculadas aos impactos ambientais gerados pela indústria da construção (BLUMENSCHNEIN, 2004). Essa discussão, no tempo, foi aplicada também às edificações, permitindo um realinhamento para tratar de vetores específicos, como o uso racional dos recursos naturais, a redução dos impactos gerados por subsectores da cadeia produtiva da indústria da construção (CPIC), a gestão de resíduos de diversos tipos, as análises e avaliações do ciclo de vida, entre outros assuntos que preservaram a premissa da interdependência e integração de todos os sistemas (OLIVEIRA,

2005). Essa situação culminou em debates sobre os níveis de dependência dos edifícios em relação aos recursos disponíveis.

Na prática, isso significa evoluir da crítica à utilização dos recursos renováveis, e dessa para o uso racional, alcançando a construção de edificações energeticamente autônomos (YEANG, 1999). Havendo essa possibilidade, o edifício - enquanto produto - pode adquirir valor agregado na forma de ativos financeiros. A empresa pode adquirir maior participação no mercado, além de benefícios com a publicidade das soluções. Para o Guia PMBOK, essa é uma possibilidade de criar valor de negócio, definido como um benefício tangível, intangível ou ambos (PMI, 2017).

Considerando-se que o edifício é um projeto encerrado, os benefícios gerados com o desenvolvimento e aplicação de tais soluções podem também contribuir com a aprendizagem para os profissionais da empresa que tem condições de adaptar, aperfeiçoar e replicar as soluções aprendidas em futuros projetos. Esses ciclos de aprendizagem que utilizam e reconfiguram as capacidades dos profissionais demonstram que a empresa provavelmente adquiriu especialização para avançar nos processos técnicos e aperfeiçoar seus produtos (PORTO et al., 2013; TIDD; BESSANT; PAVITT, 2008).

Tanto para as empresas que produzem com processos de projeto convencionais quanto para empresas com produção colaborativa, tecnológica e integrada, é possível alcançar como benefícios a capacitação dos profissionais e a absorção e difusão de conhecimento pelo desenvolvimento de produtos e de processos. Entretanto, os processos mais integrados e colaborativos, pela sua própria caracterização, apresentam facilitadores, como a integração das disciplinas, o envolvimento das partes interessadas, além do apoio tecnológico que auxilia a visualização das interações com todos os subsistemas que estruturam o edifício.

3.5. Síntese analítica

A apresentação dos projetos convencional, integrado e colaborativo visou traçar um panorama das possibilidades de aplicação de soluções integradas para eficiência de energia elétrica para cada tipo de processo de produção e desenvolvimento de projetos de edificações.

O processo de Projeto Convencional, predominante no cenário brasileiro, permite agregar soluções para eficiência da energia elétrica, desde que sejam incluídos consultores ou

especialistas para associar as soluções propostas ao diagnóstico feito, que pode ocorrer na concepção ou no desenvolvimento do projeto. Apesar das barreiras organizacionais, tecnológicas e da baixa integração entre agentes, é possível obter aprendizagem e avanços graduais para um projeto mais integrado.

A discussão sobre a Produção Integrada e Tecnológico-colaborativa mostra que um PPI pode ou não estar contido em uma plataforma tecnológico-colaborativa, como o BIM, mostrando que as soluções integradas são inerentes aos dois processos de projeto, embora encontrem barreiras em relação à capacitação técnica para agregar simulações de eficiência energética e para a leitura dos resultados globais obtidos.

Nesse contexto, a implementação das soluções para geração distribuída e armazenamento de energia elétrica associadas à automação predial pode gerar vantagens competitivas e benefícios tanto para as empresas e profissionais envolvidos quanto para os usuários do edifício, não havendo dúvidas quanto à relevância de assegurar o abastecimento e a geração de energia elétrica na atualidade e em cenários futuros.

O investimento em tecnologias para soluções integradas que assegurem o abastecimento e a geração de energia elétrica, envolve questões regulatórias, técnicas, tecnológicas e de aprendizagem. Por isso, é importante uma abordagem específica reforçando a (re)configuração dos subsistemas do edifício de forma integrada e na etapa do projeto.

Por fim, entende-se que o tipo de produção do projeto pode apresentar especificidades inerentes aos processos técnicos de trabalho envolvidos, facilitando ou dificultando a implementação de soluções para a eficiência energética da edificação, mas, além disso, existem outros elementos relevantes que precisam ser levados em consideração, como custos, a pressão mercadológica, a demanda dos clientes e as iniciativas próprias da empresa.

CAPÍTULO 4 – MÉTODO

A elaboração da dissertação foi organizada em seis fases. As fases (a) e (b) foram fases de fundamentação e pesquisa bibliográfica. Na fase (c), foi elaborada a ferramenta do trabalho. Nas fases (d), (e) e (f), foram realizadas as análises e os ajustes da ferramenta proposta. Este capítulo apresenta os passos metodológicos, estruturados em um fluxograma de atividades (Figura 14), que estão sumarizadas a seguir:

- a. Pesquisa bibliográfica de Fundamentação sobre Resiliência e Caracterização de Cenário:
 - i. Edificações resilientes pelo projeto, com identificação da demanda por autonomia e do projeto integrado em sua concepção;
 - ii. Concepção e caracterização de cenário norteador da pesquisa;
- b. Pesquisa bibliográfica de Fundamentação para Elaboração do *Scorecard*:
 - i. Soluções de Mini e Microgeração Distribuída, Armazenamento de Energia Elétrica e Automação Predial;
 - Identificação de requisitos legais, normas, boas práticas, técnicas de construção e integração das tecnologias;
 - ii. Mapeamento do Projeto Integrado;
 - Identificação de ganhos do processo com integração das soluções de projeto propostas para empresas, cliente e para o projeto em si;
- c. Elaboração do *Scorecard*:
 - i. Criação de uma estrutura de avaliação para concepção de uma edificação resiliente em modelo *Scorecard*, a qual contenha as grandes categorias, princípios, critérios, indicadores, verificadores e as referências, resultando na versão 1.0;
- d. Primeira Validação da Ferramenta:
 - i. Validação do *Scorecard* 1.0 por três especialistas com conhecimentos específicos de projeto para cada área de mini e microgeração distribuída, armazenamento de energia elétrica e automação predial com a consequente revisão e emissão da versão 2.0;
- e. Segunda Validação da Ferramenta:
 - i. Validação da ferramenta com cinco profissionais do setor produtivo e academia;
 - ii. Revisão e emissão do *Scorecard* para a versão 3.0 a partir dos resultados;
- f. Terceira Validação da Ferramenta:

- i. Validação com critérios de aplicabilidade, verificabilidade de agregação do valor dos requisitos do Scorecard 3.0 por três especialistas;
- ii. Ajustes finais do Scorecard;
- iii. Ajuste do texto e emissão da última versão do Scorecard;
- iv. Conclusão do trabalho.

As seções deste capítulo detalham as atividades de cada fase da metodologia, com argumentos e demonstrações acerca de como cada fase colaborou com o desenvolvimento de todo o trabalho.

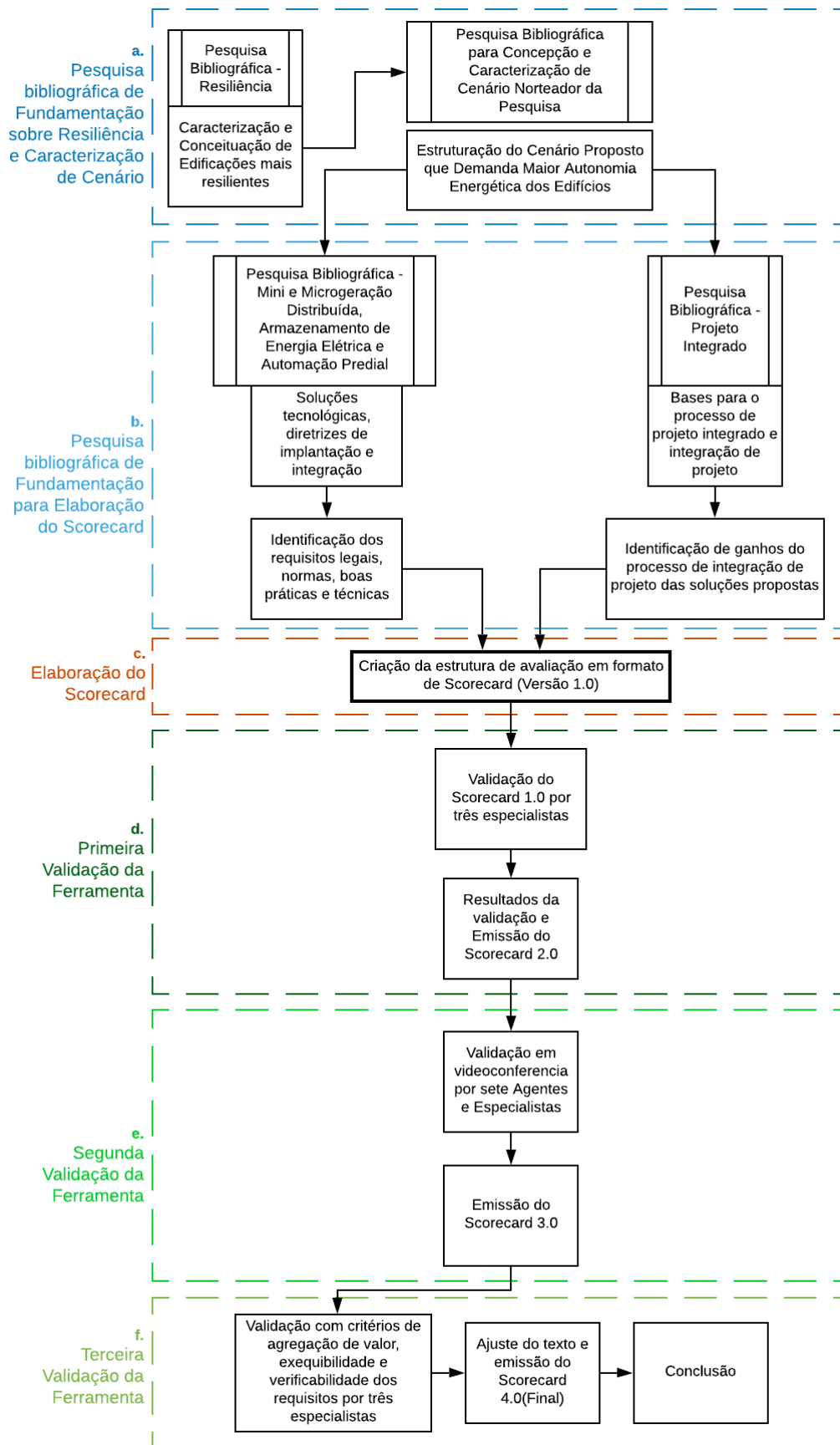


Figura 14 – Estrutura e Fluxo dos Passos Metodológicos

4.1. Fase (a) - Fundamentação para Resiliência e Cenário adotado

Durante a fase (a) (Figura 15), realizou-se o estudo sobre resiliência a partir de diversas áreas do conhecimento e considerou-se o foco em edificações resilientes, bem como foi estruturado o cenário para a dissertação.

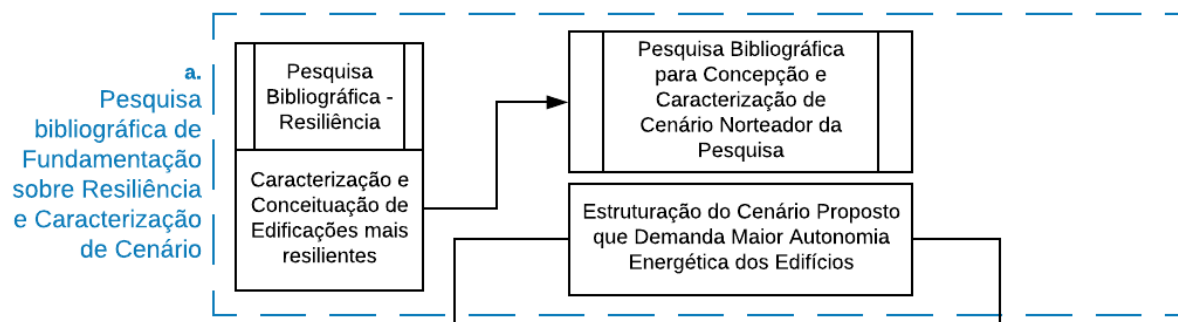


Figura 15 - Fase (a) - Pesquisa Bibliográfica de Fundamentação sobre Resiliência e Caracterização de Cenário

Uma pesquisa foi utilizada para identificação da definição e do escopo de resiliência em diferentes áreas de pesquisa (FIKSEL, 2015; HOLLING, 1973; MASTEN; BEST; GARMEZY, 1990; PARK et al., 2013; THE WHITE HOUSE, 2013; TIEN, 2018; ZHANG; LIN, 2010). O filtro da pesquisa foram artigos, dissertações e teses com maior número de citações segundo a base de dados *Scopus*.

A resiliência é um conceito que vem sendo utilizado pela Psicologia, Ecologia e Administração para analisar características de adaptação frente a adversidades de suas respectivas áreas de atuação. Documentos oficiais da Casa Branca e organizações internacionais (RDI, 2019; RESILIENTCITY.ORG, 2020; THE WHITE HOUSE, 2013) demonstram que a resiliência no ambiente construído tem sido levada em consideração, visto a necessidade de se projetar construções que se adequem às adversidades.

Baseado nos estudos de (HOLLING, 1973; MASTEN; BEST; GARMEZY, 1990; PARK et al., 2013; THE WHITE HOUSE, 2013; ZHANG; LIN, 2010) entre concepções sobre resiliência na área de engenharia, arquitetura e de outras áreas gerais do conhecimento, estabeleceu-se para este trabalho que resiliência expressa a capacidade de existirem condições de antecipar, abranger e, como consequência, adaptar-se às mudanças que possam impactar funcionamentos de sistemas.

Para entender e estabelecer o que essas mudanças significam na área do conhecimento do ambiente construído, concebeu-se um cenário para caracterização dessas mudanças. A construção desse cenário levou em consideração relatórios técnicos de cenários especulativos emitidos pelas organizações mundiais “Fórum Econômico Mundial” (2018) e “World Energy Council” (2019).

Nos dois relatórios técnicos, há três cenários, cada um baseado em perspectivas holísticas de diversas tomadas de decisões, entre elas políticas, sociais, técnicas e culturais. Um quadro foi montado com as principais características de cada cenário para uma visão do todo (Quadro 4, p.19). Nesses cenários, são descritos ambientes mais ou menos desafiadores, a depender das tomadas de decisão. Cada ambiente é favorável a diferentes oportunidades e desafios.

Identificaram-se que todos os cenários contêm aspectos comuns que representam mudanças inerentes ao ambiente, e essas mudanças foram utilizadas para definir o cenário adotado neste trabalho. O cenário adotado caracteriza-se principalmente por variações climáticas radicais aumento da demanda de energia e restrição de uso de fontes energéticas não renováveis, como petróleo e carvão (BRASIL, 2018; WEC, 2018; WEF, 2019b).

Essas mudanças foram identificadas como turbulências que ocorrem em dimensões ambientais, tecnológicas e sociais, que afetam diretamente o ambiente construído. Isso se torna relevante quando se considera que o ambiente construído é o abrigo da sociedade, o que permite que ela exerça as atividades necessárias para que a sua funcionalidade aconteça. Em vista disso, para mitigar os impactos dessas turbulências, faz-se necessário projetar edificações mais resilientes, que são resultados de uma concepção de projeto com soluções passivas e ativas de arquitetura e engenharia (como indicado no **CAPÍTULO 1 – RESILIÊNCIA PARA EDIFICAÇÕES**

).

Em termos de infraestrutura e instalações, a resiliência pode ser concebida por uma função da autonomia dos Sistemas Alimentício, Energia e Água da edificação (*Food, Energy, Water Systems - FEWS*) (TIEN, 2018). Considerando que os princípios de resiliência da edificação precisam ser incluídos na concepção do projeto, a integração de projeto é requisito para uma análise consistente.

No recorte deste trabalho, o foco dos estudos é a autonomia do sistema de energia elétrica para tornar as edificações mais resilientes. Buscou-se a caracterização desse tipo de edificação para definir os requisitos do projeto elétrico para concepção de uma edificação resiliente.

A autonomia de energia elétrica pode ser dividida em geração e armazenamento. Como há uma necessidade de otimizar todo uso de energia, é inerente que se trabalhe a questão da eficiência energética. Especifica-se como solução a integração das tecnologias de mini e microgeração distribuída e armazenamento de energia elétrica para trabalhar a autonomia da edificação; e automação predial como meio de tornar todo o sistema integrado e eficiente.

O processo de integração do projeto contribui com melhores concepções do próprio projeto, assim como para a melhoria do meio em que se projeta com ganhos para todas as partes envolvidas: cliente, empresa e sociedade.

Para entender melhor como as tecnologias de mini e microgeração distribuída, armazenamento de energia elétrica e automação predial e a integração de projeto podem ser inseridas na concepção do projeto, foi realizado um estudo no arcabouço desses conhecimentos, apresentado no **CAPÍTULO 3 - PROJETO COM SOLUÇÕES TECNOLÓGICAS INTEGRADAS**.

4.2. Fase (b) - Fundamentação para Elaboração do Scorecard

A fase (b) (Figura 16) está dividida em duas atividades principais. A primeira atividade é a pesquisa sobre as tecnologias de mini e microgeração distribuída, armazenamento de energia elétrica e automação predial, e a segunda atividade é a pesquisa acerca do projeto com soluções tecnológicas integradas, ambas como parte relevante da concepção da edificação.

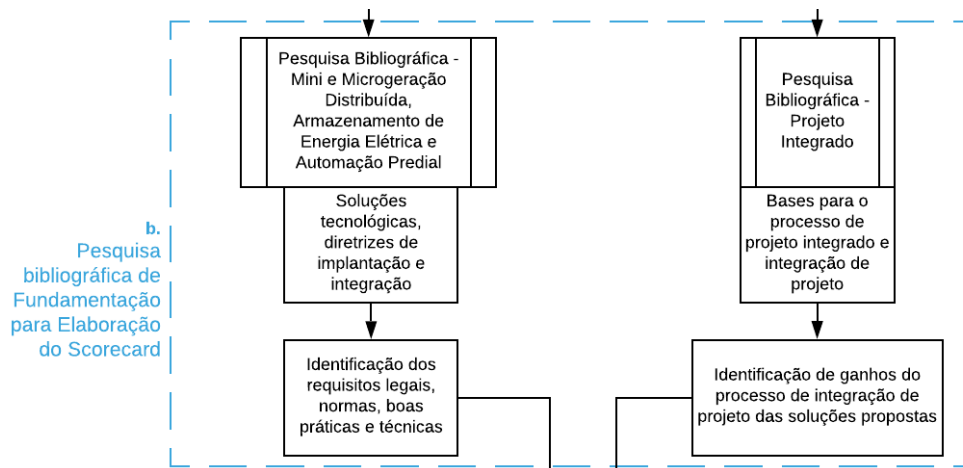


Figura 16 – Fase (b) - Pesquisa Bibliográfica de Fundamentação para Elaboração do Scorecard

Para isso, fez-se a revisão bibliográfica das tecnologias indicadas, no intuito de se identificar as características, as diretrizes tecnológicas e os requisitos legais, normativos e melhores práticas para cada uma, com o propósito de detectar requisitos para aplicação das tecnologias.

Nessa parte do trabalho, buscou-se a identificação de referências em pesquisas científicas, o que demonstrou soluções inovadoras e consolidadas, que têm como diretriz a eficiência do próprio sistema e uso eficiente da energia elétrica.

Esse foco em eficiência no cerne da pesquisa é necessário, pois as diretrizes de projeto de edificações resilientes, que se busca estabelecer dentro do cenário proposto, demandam maior autonomia dos edifícios. O uso desnecessário da energia elétrica seria contrário a esse caminho.

A princípio, trabalhou-se de maneira separada a implantação de cada tecnologia. A pesquisa começou pela mini e microgeração de energia, por ser o tema mais consolidado em documentos nacionais e internacionais. Como o cenário estabelecido para o trabalho limita o uso de fontes não renováveis, a geração de energia elétrica deve ser proveniente de fontes renováveis, como a energia solar e a eólica.

A geração distribuída cresceu expressivamente nos anos de 2016 e 2017 e espera-se que atenda 2,4% da carga nacional até 2027 (BRASIL; MME; EPE, 2018). Os artigos científicos, normas técnicas, instrumentos legais e boas práticas para essas tecnologias são documentos bem estruturados, que estimulam o uso dessas tecnologias e demonstram que são necessárias e promissoras.

Em seguida, pesquisou-se a implantação do sistema de armazenamento de energia elétrica. Com isso, foi possível identificar que as soluções usadas em larga escala são mais comuns, mas pouco visadas em situações de autonomia em edificações.

Além disso, o sistema de débito e crédito com a rede de distribuição é usado como uma forma de suposto armazenamento da energia elétrica. Os documentos de organizações e institutos internacionais, como IET, WEF e WEC (apresentados no Capítulo 2), porém, já preveem a necessidade do uso de sistemas de armazenamentos locais.

Dentre as três tecnologias propostas, a automação é a tecnologia mais consolidada. Há normas nacionais com diretrizes para a instalação e o uso. Os artigos, dissertações e teses encontradas apontam que a automação evolui com o nível de controle que se tem sobre os equipamentos serviços.

Foram identificados, nos documentos analisados, os principais pontos que devem ser considerados nas fases de desenvolvimento do projeto, implantação e operação do edifício.

Para o projeto integrado, foi feita a identificação de características e benefícios do processo de integração do projeto das soluções propostas. Por meio da caracterização do Projeto Convencional, Projeto Integrado e de Plataforma-tecnológica, analisou-se, a partir do trabalho, os efeitos da integração de tecnologias na fase de concepção da edificação.

Para cada caso, foram verificadas quais as interações de fatores para processo de aprendizagem em cada processo da empresa: processos gerenciais, desenvolvimento e de suporte; e como adotar as soluções melhora os processos de aprendizagem do ponto de vista organizacional. Nesse tópico, ficou perceptível a relação entre integração de soluções, melhoria do produto entregue e valorização da empresa e profissionais envolvidos.

O resultado dessa fase (b) foi a concepção das diretrizes, baseada nos requisitos identificados no arcabouço bibliográfico técnico e científico e em uma forma de avaliação na estrutura *Scorecard*, a qual contém as grandes categorias, os princípios, critérios, indicadores, verificadores e as referências. Esse *Scorecard* foi utilizado como ferramenta norteadora de um raciocínio, pois consegue consolidar de forma sistêmica e direta as diretrizes encontradas na pesquisa, apontando as referências e funcionando como um guia.

4.3. Fase (c) - Criação da Ferramenta

O *Balanced Scorecard* (BSC) pode ser traduzido como “Indicadores Balanceados de Desempenho”. O método foi desenvolvido por Robert Kaplan e David Norton a partir de 1992, na *Harvard Business School*. Como processo aplicado, a metodologia do BSC pode servir de base para um sistema de avaliação qualitativa e de gestão estratégica, pois traduz a visão e a missão em forma de um conjunto de medidas de desempenho.

É uma ferramenta que, quando bem implantada, evidencia a teoria estratégica organizacional em operação, por meio de objetivos e metas tangíveis ou intangíveis. Assim, o BSC também trabalha como instrumento de comunicação interna e externa, alinhando estratégias, iniciativas individuais, organizacionais e interdepartamentais, o que leva em consideração todos os níveis de informação em um processo contínuo de aprendizagem (KAPLAN; NORTON, 1997).

Os aspectos principais e basilares do BSC são:

1. Mapeamento estratégico: é uma das ferramentas que ajuda a implementar um método para identificar os elementos, responsabilidades e atores envolvidos em um determinado processo. O mapa é uma síntese da estrutura e dos elementos constantes no processo que se refletem nas tomadas de decisão, cujo foco é o desenvolvimento de determinado projeto. A construção da estratégia, assim como da obtenção dos resultados pretendidos, é um passo essencial para o desenvolvimento e para a implementação do BSC.
2. Objetivos estratégicos: diretrizes previamente definidas pela organização, que devem ser baseadas nas aspirações a longo prazo.
3. Indicadores: os elementos que permitem medir o sucesso de determinados objetivos estratégicos, bem como identificar os resultados e seu alcance. Vale salientar que os indicadores escolhidos devem ser claros, de fácil obtenção e mensuração, podendo ser distintos e focados para cada meta.
4. Metas: são resultados específicos esperados dentro de uma estratégia. As metas são marcos temporais identificáveis ao longo do percurso até o alcance do objetivo estratégico.

A metodologia *balanced scorecard*, portanto, é uma ferramenta adaptável, que estrutura um raciocínio que pode ser aplicado em diferentes contextos, gerando diferentes produtos, dependendo dos objetivos para o desenvolvimento do *scorecard*.

Inspirada nessa metodologia, a ferramenta *Scorecard* desenvolvida neste trabalho foi utilizada para identificar e aprimorar as diretrizes para integração das três soluções técnicas de mini e microgeração distribuída, armazenamento de energia elétrica, automação predial e do projeto integrado, delimitadas no decorrer desta pesquisa para alcançar a autonomia de edificações resilientes pelo projeto.

4.3.1. Elaboração do *Scorecard*

Dispostos os requisitos de aplicação das tecnologias propostas e da integração de projeto identificados na fase (b), iniciou-se a concepção do *Scorecard* (Figura 17).

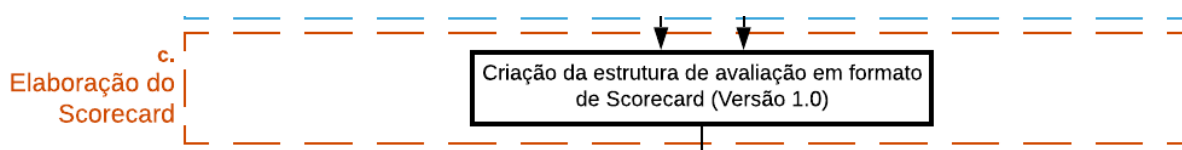


Figura 17 - Fase (c) - Elaboração do *Scorecard*

Com relação às tecnologias de mini e microgeração distribuída, armazenamento de energia elétrica e automação predial; os requisitos legais, normativos e de melhores práticas de cada uma delas direcionaram os requisitos mais técnicos (como dimensionamento e segurança de diferentes itens) para concepção de seus respectivos projetos.

Os documentos, trabalhos e artigos sobre essas tecnologias embasaram os requisitos relativos à qualidade da implantação das tecnologias, como a análise de custo, impacto ambiental e escolha da tecnologia.

Com relação ao projeto integrado, constatou-se que não é possível estabelecer uma avaliação ou indicação para medir o nível de integração do projeto, visto que não há, até o momento, um método consolidado para tal. Por isso, os requisitos propostos para essa categoria foram baseados nos benefícios e nas melhores práticas que a integração de projeto pode favorecer.

As análises dos requisitos baseados nos documentos foram traduzidas em critérios para o *Scorecard*. Os critérios concebidos, por sua vez, foram organizados em grupos de temas semelhantes, constituindo regras fundamentais ou essenciais da ferramenta denominadas de princípios. Esses princípios foram organizados nos temas principais denominados categorias.

Construída a versão inicial da ferramenta, foi possível ter uma visão de todas as diretrizes propostas. Essa versão foi elaborada para mesclar princípios e critérios de cada categoria que se assemelhavam em finalidade e torná-los mais objetivos.

A versão inicial do *Scorecard* foi submetida à validação por especialistas das áreas das tecnologias aplicadas e projeto.

Vislumbra-se que o *scorecard* pode ser utilizado posteriormente como um guia, principalmente na fase de planejamento e concepção do projeto, norteando a integração de aspectos de projetos elétricos e soluções estratégicas de integração de sistemas de mini e microgeração distribuída, armazenamento de energia elétrica e automação predial que irão proporcionar maior desempenho da energia elétrica na edificação.

4.3.2. Estrutura do *scorecard*

Como um marco conceitual que traduz o propósito maior de um projeto em objetivos e metas organizadas em forma de uma matriz integradora, o *Scorecard* permite orientar a análise ou o desenvolvimento de projetos futuros. A seleção e a identificação dos elementos de maneira hierarquizada permitem auxiliar a análise e a mensuração qualitativa dos projetos, no intuito de permitir sua verificação de desempenho (KAPLAN; NORTON, 2000).

A estrutura do *Scorecard* apresentada neste trabalho propõe uma hierarquização em categorias, princípios, critérios, descrições, indicadores e referências. Essa estrutura segue orientações voltadas à fase de planejamento e concepção para o desenvolvimento do projeto.

No desenvolvimento do *scorecard*, foram usados como referência os termos e definições do *scorecard* para edificações de acordo com o manual *Building Research Establishment Environmental Assessment Method* (BREEAM, 2018):

1. **Categorias.** São as principais divisões dos temas definidos para a estrutura de avaliação, que servem para nortear as normas gerais/padrões.

2. **Princípios.** São as regras fundamentais/essenciais do *scorecard*, que servem para orientar e fundamentar as categorias para se alcançar o objetivo proposto.
3. **CrITÉrios.** Os critérios são especificações, em função dos desdobramentos dos princípios.
4. **Descrição.** Apresenta o detalhamento de cada critério, indicando o objetivo a ser alcançado.
5. **Indicadores.** Os indicadores são elementos que servem para demonstrar a existência de um elemento/situação no contexto apresentado pelo critério, dessa maneira comprovando como a proposta alcança os objetivos. Quando o indicador for uma evidência suficientemente clara, não é necessário um verificador.
6. **Referências.** Essas são referências que sustentam os requisitos de desempenho (quando disponíveis). Podem ser incluídos padrões técnicos internacionais, políticas globais, nacionais, regionais e locais, diplomas legais e normas técnicas. As referências citadas nem sempre serão fontes diretas de dados ou informações e podem ser resultados de pesquisas que influenciam o princípio.

A primeira versão da ferramenta construída para este trabalho e as subsequentes versões emitidas a partir da avaliação de especialistas podem ser verificadas no item 5.1- Scorecard.

4.4. Fase (d) - Primeira validação da Ferramenta

Após a criação da primeira versão do *Scorecard*, a quarta fase (**d**) (Figura 18) consistiu em realizar a avaliação dessa versão por especialistas da área de instalações prediais, com foco nos temas de mini e microgeração distribuída, armazenamento de energia elétrica e automação predial. Os especialistas foram identificados, considerando sua atuação profissional no desenvolvimento e implantação de projetos.

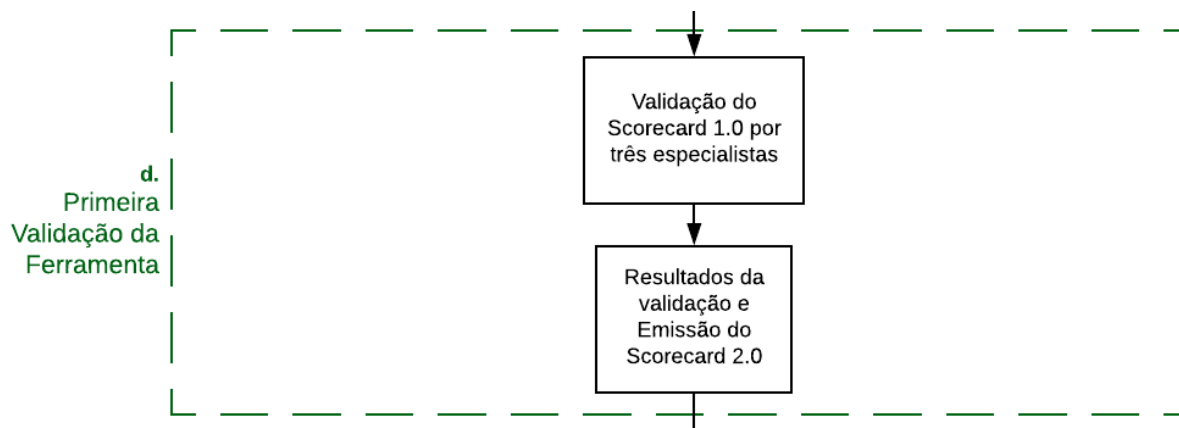


Figura 18 - Fase (d) - Primeira validação da Ferramenta

Previamente, fez-se um contato para esclarecer sobre o projeto e apresentar uma noção do trabalho desenvolvido até a criação da ferramenta. Para deixar mais objetiva a avaliação, um quadro com quatro critérios de análise e uma área de comentários livres foi anexada ao *Scorecard*.

Os quatro critérios de avaliação do *Scorecard* foram: Pertinência das Informações; Alinhamento dos Princípios, Critérios, Indicadores e Referência aos Temas; Suficiência dos Indicadores; Indicações de Referências Bibliográficas.

O *Scorecard* foi encaminhado por correio eletrônico e uma nova versão da ferramenta (*Scorecard 2.0*) foi emitida após terem sido analisadas as avaliações feitas pelos especialistas e incorporados os resultados.

4.5. Fase (e) - Segunda validação da Ferramenta

A segunda versão do *Scorecard* foi utilizada como ferramenta na quinta fase (e) (Figura 19) para uma validação no formato de oficina de trabalho por videoconferência com sete profissionais do setor produtivo e da academia.

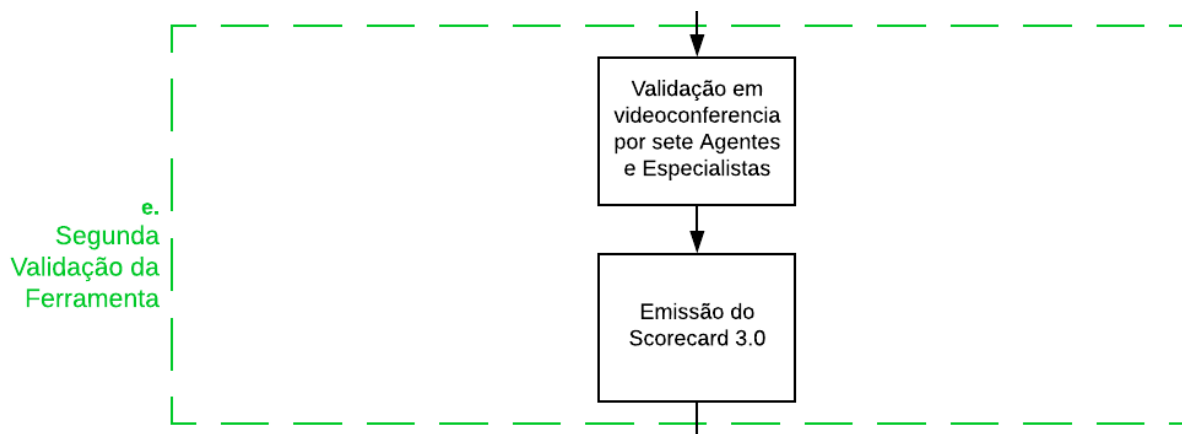


Figura 19 - Fase (e) - Segunda validação da Ferramenta

Na ambição de haver a identificação de uma plataforma adequada para realização da videoconferência, foram considerados os seguintes requisitos: a visualização e a interação de vários participantes e que se permitisse a gravação do evento, além da característica de ser uma plataforma de uso amigável.

Foi enviado, com dez dias de antecedência, o *Scorecard* 2.0, anexado ao memorial descritivo da ferramenta e à identificação das prioridades desejadas a serem analisadas pelos participantes.

A oficina de trabalho começou com uma apresentação dos blocos de categorias a serem analisados. Em seguida, fez-se a projeção de cada princípio e critério, dando oportunidade de discussão, esclarecimentos e análise pelos participantes.

As observações foram gravadas e transcritas (APÊNDICE D - Transcrição da) para análise e organização dos tópicos abordados. O resultado dessa avaliação foi analisado e usado para aprimorar o *Scorecard*. Como consequência, foi emitida a terceira versão do *Scorecard*.

4.6. Fase (f) - Terceira validação da Ferramenta

A sexta fase (f) (Figura 20) foi utilizada para terceira validação do *Scorecard* por outros três especialistas. Essa validação da ferramenta foi feita com critérios de agregação de valor, exequibilidade e verificabilidade dos requisitos.

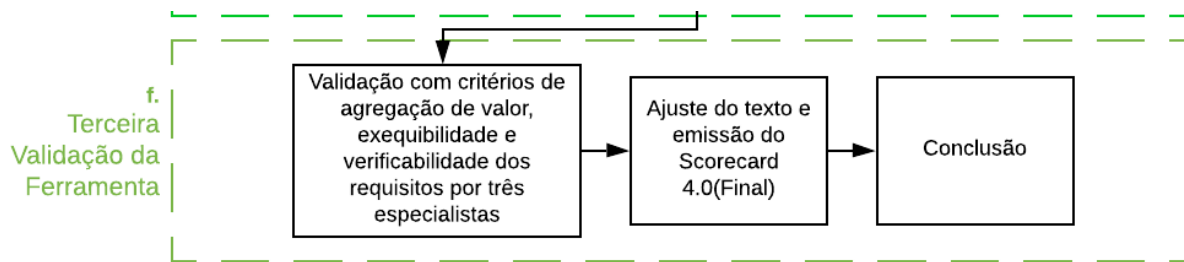


Figura 20 - Fase (f) - Terceira validação da Ferramenta

Similar à fase (d), foi feito contato, antes de se encaminhar o *Scorecard* 3.0 por correio eletrônico, com os especialistas para esclarecer sobre o projeto e o que se desejava avaliar. Um quadro com os três parâmetros de avaliação e uma área de comentários livres foi anexada ao *Scorecard* 3.0 com o intuito de organizar as considerações a serem feitas.

Após as três avaliações da ferramenta, fez-se o ajuste final do *Scorecard* e a compatibilização com o texto do trabalho. A partir dos ajustes finais, foi emitido o *Scorecard* 4.0 com os requisitos buscados como objetivo do trabalho²⁴.

²⁴ A versão final do *Scorecard* sofreu alterações devido as sugestões da banca de defesa desta dissertação. Foi acatada a sugestão de integrar a categoria 4 “Projeto Integrado” às três primeiras categorias do *Scorecard*, visando a aplicação direta dos requisitos de projeto integrado (discutidos no CAPÍTULO 3 - PROJETO COM SOLUÇÕES TECNOLÓGICAS INTEGRADAS) na elaboração dos projetos de mini e microgeração distribuída, armazenamento de energia elétrica e automação predial.

CAPÍTULO 5 - RESULTADOS/DISCUSSÃO

Este capítulo apresenta o processo de construção do *Scorecard* dessa dissertação e os resultados obtidos a partir das análises dos especialistas. Inicialmente são descritas as quatro categorias que constituem a ferramenta e em seguida é mostrado o processo de validação, dividido em três etapas.

A validação por parte dos especialistas compõe o processo de construção da ferramenta, visando ao refinamento do *Scorecard* de acordo com suas análises técnicas e a fundamentação usada neste trabalho. O resultado deste processo é apresentado no item 5.5 *Scorecard* 4.0 (FINAL).

5.1. Scorecard

Neste tópico, é apresentada a composição do *Balanced Scorecard* deste trabalho. Os requisitos foram desenvolvidos considerando o alinhamento com as quatro grandes áreas definidas anteriormente: Mini e Microgeração Distribuída; Armazenamento de Energia Elétrica; Automação Predial; e Projeto Integrado (Quadro 6).

Categorias	Descrição
1 - Mini e Microgeração	Faz menção aos processos e tecnologias de geração de energia elétrica propondo os melhores princípios para a concepção de um projeto de edificações resilientes. A mini e microgeração possuem papel fundamental na resiliência da edificação pois o primeiro passo para autossuficiência do edifício.
2 - Armazenamento	Faz menção aos processos e tecnologias de armazenamento de energia elétrica, direcionando os melhores requisitos para a concepção de um projeto de edificações artificialmente condicionadas. O armazenamento garante o fornecimento constante de energia para a edificação em momentos de baixa ou nenhuma geração.
3 - Automação	Dedicada aos processos e tecnologias de automação visando aos melhores requisitos para a concepção em um projeto de edificações resilientes. A automação é o instrumento para a otimização do uso da energia elétrica na edificação em sistemas ativos.
4 - Projeto Integrado	Dedicada aos processos de integração de projeto avaliando se estão sendo implementados os processos necessários para melhor aproveitamento do trabalho desenvolvido com o projeto.

Quadro 6 - Categorias do Scorecard

Essas categorias foram divididas em princípios, que nortearão o processo de projeto de cada categoria, como mostra o Quadro 6. As subdivisões dos princípios em critérios e suas respectivas descrições podem ser avaliadas no item 5.5 Scorecard 4.0 (FINAL). No decorrer do processo avaliativo, houve alterações de terminologia, adições, subtrações e fusões de itens para refinar a ferramenta e, como consequência, alterações nos princípios.

Importante ressaltar que não há hierarquia de importância dos requisitos colocados, tampouco há uma nota para balizar os requisitos atendidos. A importância dos requisitos é dada pelas diretrizes compatíveis com o escopo de cada projeto.

Categoria 1 - Mini e Microgeração	
Princípio	Definição
1.1 Conexões da rede de energia	Trata da conexão do sistema da edificação com a rede externa disponível na região.
1.2 Geração de energia elétrica	Faz menção a escolha da tecnologia, dimensionamentos adequados, planejamentos de uso, minimização do impacto ambiental e planejamento de operação da edificação
1.3 Segurança na operação do sistema	Faz referência à segurança física da edificação com relação a descargas atmosféricas e elétrica dos equipamentos
Categoria 2 - Armazenamento	
Princípio	Definição
2.1 Planejamento para o armazenamento	Este princípio faz referência a escolha da tecnologia de armazenamento, minimização do custo, dimensionamento e operação do sistema
2.2 Segurança de operação do sistema	Este item faz referência à proteção elétrica e à manutenção do sistema
Categoria 3 - Automação	
Princípio	Definição
3.1 Sistema de gerenciamento de operação da edificação	Este item faz menção à operação física e cibernética do sistema
3.2 Estrutura dos sistemas	Este item faz menção ao dimensionamento físico da estrutura para funcionamento do sistema
3.3 Segurança	Este item faz menção à proteção do funcionamento do sistema de proteção física da edificação e à segurança do funcionamento do sistema de automação

Categoria 4 - Projeto Integrado

Princípio	Definição
4.1 Uso da tecnologia	Este item faz menção à capacitação da equipe de projeto
4.2 Desenvolvimento do projeto	Este item faz menção ao controle do processo de projeto para garantia de que as tecnologias propostas foram exploradas no processo de projeto
4.3 Suporte de projeto	Este item faz menção ao planejamento de uso e operação das tecnologias implantadas

Quadro 7 - Princípios do Scorecard

5.2. Primeira validação

Neste item, estão os resultados obtidos na “fase d” da metodologia (Figura 18) com a primeira validação dos especialistas selecionados. Os perfis dos três especialistas selecionados, que atuam na área de projeto, estão demonstrados no Quadro 8.

Nome	Formação	Área de Atuação
Luiz Alberto Almeida Reis (Especialista 1)	Economista, Mestrado em Planejamento Energético	Consultor e projetista com foco em energia renovável e automação predial
Roberpaulo Eller (Especialista 2)	Engenheiro de Controle e Automação e Segurança do Trabalho	Gerente de <i>Facilities</i>
Webert Lima Jesus (Especialista 3)	Engenheiro Eletricista	Empresário, Consultor e Integrador na área de energia renovável e automação predial

Quadro 8 - Perfil dos especialistas da primeira validação

Organizou-se a primeira versão do *Scorecard* (APÊNDICE A- Primeiro Scorecard Emitido com validação do Especialistas) em 4 categorias, divididas em um total de 11

princípios, 32 critérios e 104 indicadores. Apresentado este *Scorecard* aos especialistas, está a seguir a sumarização das considerações feitas.

O Especialista 1 não identificou melhorias a serem feitas nos itens propostos. Porém ressaltou que existem muitos detalhes a serem considerados em cada projeto específico. Em sua avaliação, a ferramenta cobre os pontos fundamentais que devem ser discutidos e analisados em cada projeto.

O Especialista 2 destacou que questões intrínsecas à elaboração do projeto não são relevantes para a ferramenta, pois é obrigatório serem feitas para aprovação dos órgãos competentes. Também se destacou que edifícios com impacto neutro na rede de energia elétrica (NZeb, por exemplo) não têm necessidade de conexão com a rede de energia nem especificação de que a energia deve ser produzida no local.

O Especialista 3 solicitou observar os itens que são semelhantes e vincular melhor os itens relacionados. Contribuiu com terminologias já observadas nas normas para deixar a ferramenta mais padronizada.

O Quadro 9 sumariza as contribuições resultantes da primeira validação. Apenas as contribuições mais representativas, que impactaram na ferramenta, estão listadas. Todas as demais contribuições foram avaliadas e consideradas, porém não representaram mudanças estruturais significativas. A avaliação completa pode ser consultada no APÊNDICE A-Primeiro Scorecard Emitido com validação do Especialistas.

Categoria	Requisito	Especialista 2	Especialista 3	Impacto sobre o documento
1. Mini e micro geração	1.1.2 Estrutura da Rede elétrica interna		Equilibrar o item de monitoramento com a autossuficiência da edificação.	Atendido.
	1.2.3 Seleção da Tecnologia		Acrescentar <i>payback</i> na avaliação econômica.	Adicionado requisito para análise econômica para aquisição da tecnologia proposta.
	1.2.4 Dimensionamentos		Adicionar questões de planejamento e manutenção.	Adicionado requisito para planejamento de manutenção periódica.
	1.2.6 Metas para Consumo		Criar um elemento de análise para medir a eficiência do uso e não somente o valor medido na energia, dada a importância que se obtém a partir dessas melhorias de consumo.	Adicionado requisito para planejamento de avaliação periódica do uso da energia elétrica nos ambientes.
	1.3.4 Fornecimento seguro de equipamentos e peças para uso e manutenção	Os créditos regionais LEED são uma boa referência, mas para tecnologia de geração é difícil conseguir isso próximo.	Reconsiderar o item pois a empresa no entorno da obra vai revender os produtos oriundos da Europa/China, o que não reduz a questão da pegada de carbono do transporte.	O requisito foi reavaliado para contribuir com a questão de sustentabilidade econômica e social local
2. Armazenamento	2.1.1 Autossuficiência no armazenamento de energia elétrica		Adicionar sistema de compensação da rede prevista pela norma 482/2012 da ANEEL	Adicionados requisitos em todas as categorias, para que haja conexão com a rede e garanta que possa ser utilizado o sistema de compensação

(Continua na próxima página)

(Continuação do quadro)

Categoria	Requisito	Especialista 2	Especialista 3	Impacto sobre o documento
3. Automação	3.1.1 Comunicação eficiente do sistema	Quanto mais integrado ao sistema, melhor é a análise e monitoramento	Mudar o nome do requisito 3.1.1 para "confiabilidade da estrutura do sistema" levando a questão de uso de sistemas certificados, interoperáveis e com diversidade de fornecedores. Outro ponto, nos indicadores, certificados como o BTL, ou KNX costumam ser exigidos dos equipamentos e não dos sistemas instalados.	Alterado nome do requisito e corrigido o uso das certificações BLT e KNX. Foi também adicionado um requisito para estudo do sistema de comunicação mais adequado para o sistema que será instalado
	3.1.2 Sistema de monitoramento/ supervisão		Adicionar um critério de necessidade de uma avaliação rigorosa do uso da ferramenta	Foi adicionado um requisito para que haja um plano de manutenções realizado por profissionais qualificados
	3.2.3 Cabos - Dimensionamento dos Sistemas elétricos		Acrescentar critérios de topologia de rede, redundância e confiabilidade	Foram adicionados requisitos para análise da topologia mais adequada para o sistema e redundância do cabeamento
	3.3.2 Sistema de Proteção		Acrescentar a segurança dos dados coletados, não apenas dos equipamentos	Foi acrescentado o conceito de Tolerância a falhas (<i>failover</i>) e inserido o termo "Operação Ilhada". Além disso, foi adicionado um item para verificação e segurança dos dados virtuais

Quadro 9 - Sumarização da primeira análise dos especialistas

5.3. Segunda validação

Este item apresenta os resultados obtidos na “fase e” da metodologia (Figura 19) com a segunda validação dos especialistas selecionados. Os perfis dos 5 especialistas selecionados, que atuam na área de projeto, estão demonstrados no Quadro 8.

Nome	Formação	Área de Atuação
Alberto Hernandez Neto (Especialista 1)	Engenheiro Mecânico, Mestrado e Doutorado em Engenharia Mecânica	Professor do Departamento de Engenharia Mecânica da USP, Pesquisador na área de climatização e refrigeração com ênfase em eficiência energética, modelagem e simulação de sistemas de refrigeração e ar condicionado
Chenia Rocha Figueiredo (Especialista 2)	Engenheira Civil, Mestrado e Doutorado em Estruturas e Construção Civil	Professora da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da UnB e Pesquisadora do PISAC
Erica Mitie Umakoshi Kuniochi (Especialista 3)	Arquiteta e Urbanista, Mestrado e Doutorado em Arquitetura e Urbanismo	Professora do Departamento de Projeto, Expressão e Representação da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da UnB e Pesquisadora do PISAC
Gianfranco Scarabottolo (Especialista 4)	Engenheiro Eletricista, Especialista em Gerenciamento de Projetos	Diretor de planejamento comercial na E4 Engenharia Elétrica
Ivo Leandro Dorileo (Especialista 5)	Engenheiro Eletricista, Mestrado e Doutorado em Planejamento de Sistemas Energéticos	Coordenador do Núcleo Interdisciplinar de Estudos em Planejamento Energético da UFMT. Presidente da SBPE.

Quadro 10 - Perfil dos especialistas da segunda validação

A segunda versão do *Scorecard* (APÊNDICE B - Segundo Scorecard Emitido e validação do Especialistas) continuou com 4 categorias, organizadas em um total de 11 princípios e 32 critérios, porém houve um aumento de 104 para 127 indicadores. Enviado o *Scorecard 2.0* para os especialistas, o Quadro 11 sumariza as considerações feitas na videoconferência realizada.

Pela dinâmica da oficina, as discussões, em grande parte, não foram pontuais, mas foram divididas em blocos sobre os principais temas. Dessa forma, ficou mais clara a sumarização dos resultados dividida em categorias. Os comentários sobre os impactos sobre a

ferramenta foram respondidos separadamente e identificados com o mesmo número por especialista.

Categoria	Especialista 1	Especialista 2	Especialista 3	Especialista 4	Especialista 5	Impacto sobre a ferramenta
1. Mini e micro geração	<p>Analisar cenário para subsidiar os projetistas no condicionamento do projeto</p>	<p>Falta esclarecimento sobre tipologia e porte da edificação do estudo</p> <p>Criar categorias para classificar resiliência com metas. Falta definição do número de critérios a serem alcançados</p>	<p>Incoerência entre demanda de conexão com a rede externa e autogeração.</p>	<p>Faltam referências do protocolo de medição e verificação da EVO</p> <p>Adicionar requisito para questionar as normas e boas práticas a fim de atender melhor a eficiência</p> <p>Definir requisito além do mínimo normalizado para melhorar a eficiência</p>	<p>Incluir a subtransmissão no item de Conexão à Rede elétrica externa</p> <p>Considerar o custo em dólar por kilowatt gerado</p> <p>Considerar o uso final do equipamento da instalação, rendimento e o quanto é utilizado durante o dia</p> <p>Analisar o item referente à compra regional, pois há regiões muito isoladas no Brasil e muitos equipamentos são importados de São Paulo.</p>	<p>1- Os cenários estão descritos e justificados no Capítulo 1</p> <p>2- A ferramenta foi elaborada para que os agentes do projeto possam se guiar, como um conjunto de boas práticas, para atingir a resiliência da edificação dentro do escopo de instalações elétricas. Por isso, não há uma especificação da tipologia e porte da edificação;</p> <p>3- Um dos princípios da resiliência é a redundância e diversidade dos sistemas, então sendo possível a conexão com a rede externa, esta torna-se uma forma de fornecimento de energia para a edificação;</p> <p>4- Foram adicionados itens para garantia de aprovação do projeto junto da concessionária de energia local, análise do projeto frente a norma para atingir as dimensões mínimas necessárias e prever um sobre dimensionamento para um possível aumento de cargas. Também foi adicionada a <i>Efficiency Valuation Organization (EVO)</i> nas referências.</p> <p>5- A análise sobre a dificuldade de aquisição de materiais locais para geração de energia elétrica concorda com a opinião dos especialistas da primeira avaliação. Por isso, estabeleceu-se o foco desse item para sustentabilidade socioeconômico local.</p> <p>Todos as demais observações foram atendidas e implementadas à ferramenta.</p>

(Continua na próxima página)

(Continuação do quadro)

Categoria	Especialista 1	Especialista 2	Especialista 3	Especialista 4	Especialista 5	Impacto sobre a ferramenta
2. Armazenamento					Acrescentar indicador que nos dê tempo vs carga. Por mais que o edifício seja autônomo, é possível contingências de faltas graves. Então, esse tempo vs carga nos dá garantia segura de consumo do que se pode consumir e por quanto tempo.	5- Atendido
3. Automação	Usar a ISO ABNT ISO 50001:2018 como referencial para este item					1- Atendido

Quadro 11 - Sumarização da segunda análise dos especialistas

5.4. Terceira Avaliação

Este item apresenta os resultados obtidos na “fase f” da metodologia (Figura 20) com a terceira validação dos especialistas selecionados. O perfil do especialista que fez a análise da terceira validação está demonstrado no Quadro 12.

Nome	Formação	Área de Atuação
Gabriel Konzen (Especialista 1)	Engenheiro Eletricista, Especialista em recursos energéticos distribuídos e energia solar, Mestrado em Energia	Analista de Pesquisa Energética da EPE

Quadro 12 - Perfil do especialista da terceira validação

A terceira versão do *Scorecard* (APÊNDICE C - Terceiro Scorecard e validação do Especialistas) ficou com 4 categorias, dividida em um total de 11 princípios, 32 critérios e 146 indicadores, 19 indicadores a mais quando comparado com a segunda versão. Enviado o *Scorecard 3.0* para os especialistas, segue abaixo a sumarização das considerações realizadas.

A ferramenta foi enviada para três especialistas e obteve-se uma resposta. O especialista considerou a ferramenta bem completa e fez algumas sugestões que podem ser observadas no Quadro 13. Após considerações dessa avaliação, a versão final da ferramenta foi emitida e pode ser verificada no Scorecard 4.0 (FINAL).

Categoria	Requisito	Especialista 1	Impacto sobre o documento
1. Mini e micro geração	1.1.2 Estrutura da Rede elétrica interna	Verificabilidade Não especificar fonte solar. Há outras fontes de energia que podem ser usadas.	Atendido. O texto foi formatado para que o requisito abranja tecnologias de geração em geral.
	1.2.1 Minimização dos Impactos ambientais e sociais da(s) geração(ões) de energia elétrica	Exequibilidade e Verificabilidade. Pouco exequível, pois não é possível encontrar um estudo de impacto de mudanças climáticas para cada local. Quanto à verificabilidade, os dois indicadores parecem ter focos distintos. Reavaliar.	Parcialmente atendido. O texto foi alterado para abranger uma análise mais ampla dos impactos e mudanças climáticas, mas foi interpretado que as evidências estão em harmonia com o critério do requisito.
	1.2.3 Seleção da Tecnologia	Agregação de Valor. Avaliar o R\$/kW de diversas fontes é incoerente, pois apresentam fator de capacidade diferentes. Também não é coerente comparar a eficiência de conversão entre diferentes soluções.	A ferramenta abrange tecnologias que usam energias renováveis para geração de energia elétrica. Neste escopo, é possível encontrar variadas soluções dentro de cada tecnologia disponível. Por isso, é preciso analisar sua eficiência e o custo de geração.
	1.2.3 Seleção da Tecnologia	Verificabilidade O estudo de potencial energético não garante a identificação da "melhor fonte"	Atendido
2. Armazenamento	2.1.1 Autossuficiência no armazenamento de energia elétrica	Agregação de Valor. Não usar a compensação deve ser tratado como um elemento de armazenamento.	Uma pequena alteração na descrição foi feita pois a intenção desse item é usar a rede como um dos elementos de armazenamento, gerando diversidade no sistema
		Exequibilidade. Incoerência entre esse item e o item anterior que tem como requisito o sistema ser totalmente autossuficiente.	Ajustado o item para planejar o armazenamento levando em conta o tempo de descarga em cargas prioritárias

Quadro 13 - Sumarização da terceira análise feito por especialista

5.5. Scorecard 4.0 (FINAL)

5.5.1. Mini e Microgeração Distribuída

Princípio	Critério	Descrição	Indicadores	Referências
i. Projeto integrado	i.1 Capacitação técnica	i.1.1 Investir na capacitação técnica da equipe de projeto OU contratação de terceiro com capacidade técnica para propor e avaliar as soluções de geração renovável	<ul style="list-style-type: none"> Contrato com o terceiro que prestou serviço de consultoria <p>OU</p> <ul style="list-style-type: none"> Certificado da participação da equipe em treinamento de qualificação técnica 	N/A
		i.1.2 Realizar treinamento do usuário E/OU disponibilizar manual de uso e manutenção foi para o usuário da edificação	<ul style="list-style-type: none"> Cópia do manual do usuário <p>OU</p> <ul style="list-style-type: none"> Comprovante do treinamento realizado com o usuário <p>OU</p> <ul style="list-style-type: none"> Documento de manual de uso da edificação 	N/A
	i.2 Desenvolvimento do projeto	i.2.1 Garantir que a equipe de arquitetura interagiu com a equipe de tecnologia de mini e microgeração distribuída para integrar os sistemas em harmonia ao projeto arquitetônico da edificação e garantir que a escolha das tecnologias foram feitas baseadas em cálculos específicos e/ou simulações computacionais.	<ul style="list-style-type: none"> Cópia das atas de reunião com a participação dos especialistas e equipe de projeto. <p>E</p> <p>Cópia do memorial descritivo dos projetos de mini e microgeração distribuída</p> <p>E</p> <p>Aplicação das soluções de acordo com relatório de simulações de <i>clash detection</i>;</p> <p>OU</p> <ul style="list-style-type: none"> Cópia do relatório de simulação realizado mediante dimensionamento do projeto. 	N/A
			i.2.2 Mapear possíveis falhas de segurança e defeitos do sistema de mini e microgeração distribuída, armazenamento de energia elétrica e automação predial	<ul style="list-style-type: none"> Relatório de falhas e estudo dos impactos a que o sistema pode estar suscetível <p>OU</p> <ul style="list-style-type: none"> Documento com recomendações de segurança detectado pela equipe técnica

		<p>i.2.3 Realizar um comissionamento ou auditoria interna para assegurar que as soluções de mini e microgeração distribuída foram aplicadas na fase de pré-projeto e integradas às soluções de armazenamento de energia elétrica e automação predial</p> <p><i>Nota: O Comissionamento deve ser realizado por um especialista da área de energia elétrica</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • Memoriais descritivos e manuais de operação da edificação <p>E</p> <p>Projeto de detalhamento das soluções de mini e microgeração distribuída</p> <p>E</p> <p>Plano de integração das tecnologias de mini e microgeração distribuída, armazenamento de energia elétrica e automação predial</p>	N/A
	i.3 Suporte de projeto	<p>i.3.1 Garantir a integração do sistema de segurança elétrico entre os sistemas de mini e microgeração distribuída, armazenamento de energia elétrica e automação predial</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Memorial descritivo dos itens de segurança da edificação destacando que os itens de segurança foram compatibilizados; <p>E</p> <p>Manual de operação do sistema de segurança da edificação;</p>	N/A
		<p>i.3.2 Identificar as dificuldades no processo técnico dos trabalhos realizados para implementar a integração da tecnologia e o processo de projeto, a fim de realinhar treinamento ou indicar treinamento.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Relatório de dados implementados no projeto devidamente analisados pelos coordenadores de processo da empresa <p>E</p> <p>Novo sumário executivo dos processos da empresa</p>	N/A
1.1 Conexões da rede de energia	1.1.1 Conexão à Rede elétrica externa	<p>1.1.1.1 Elaborar o projeto de forma que haja conexão com sistema de subtransmissão/distribuição de energia elétrica local.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Contrato com as concessionárias ou fornecedores do mercado livre de energia; <p>OU</p> <ul style="list-style-type: none"> • Projeto elétrico de conexão aprovado de acordo com as normas técnicas da concessionária 	Resolução Normativa ANEEL nº 482/2012 Normas Técnicas da Concessionária Local
		<p>1.1.1.2 Aprovar o projeto de conexão com a rede na concessionaria local</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Cópia do documento de aprovação da concessionária (Parecer de Acesso) 	
	1.1.2 Estrutura da Rede elétrica interna	<p>1.1.2.1 Desenvolver o projeto elétrico da edificação de forma que possua toda estrutura necessária para funcionar com um sistema elétrico isolado da rede de energia elétrica local (operação ilhada)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Memorial descritivo das instalações elétricas descrevendo que o edifício é autossuficiente; <p>OU</p> <ul style="list-style-type: none"> • Memorial de cálculo específico equalizando o consumo com a produção de energia elétrica; 	<p>Certificação LIVING BUILDING CHALLENGE 4.0</p> <p>EPA On-Site Renewable Energy Generation – Cap.06 Strategies for Effective Project Implementation</p>

		<p>*Fazer Link com 2.1.1.1 e 3.3.2.3</p> <p><i>Nota: É importante haver tanto a geração na edificação quanto a conexão com a rede local para que haja uma segurança no fornecimento, o que melhora também a qualidade da energia elétrica. Quanto mais fonte de energia, melhor é a resiliência da edificação.</i></p>	<p>OU</p> <ul style="list-style-type: none"> Relatório do consumo, a partir de simulação por <i>software</i>, demonstrando que o consumo é suprido pela produção local. <p>OU</p> <ul style="list-style-type: none"> Documento oriundo de uma certificação para construções qualificada atestando que o edifício é energeticamente autossuficiente; 	
		<p>1.1.2.2 Garantir que a fonte de energia elétrica esteja localizada na própria edificação ou em local estratégico onde se possa manter controle local da manutenção</p>	<ul style="list-style-type: none"> Indicação no projeto das conexões da fonte de energia elétrica com a unidade consumidora; <p>OU</p> <ul style="list-style-type: none"> Mapa de implantação da unidade de geração de energia elétrica, demonstrando que ela se encontra no local do consumo ou de fácil acesso em caso de necessidade de manutenção <p>OU</p> <ul style="list-style-type: none"> Contrato de fornecimento/compra de energia por contrato de locação com usinas na região da edificação de energias renováveis <p>E</p> <p>Plano de manutenção do fornecedor</p> <p>E</p> <p>Plano de atuação em caso de falha e emergências.</p>	N/A
1.2 Geração de energia elétrica	1.2.1 Minimização dos Impactos ambientais e sociais da(s) geração(ões) de energia elétrica	1.2.1.1 Optar pela fonte de energia renovável e adequar o planejamento, o projeto e a vida útil de todo equipamento envolvido para evitar e/ou minimizar os impactos decorrentes da utilização	<ul style="list-style-type: none"> Documento de adesão a padrões nacionais e internacionais de boas práticas; <p>OU</p> <ul style="list-style-type: none"> Certificado ISO 14001; <p>OU</p> <ul style="list-style-type: none"> Créditos do Certificado do BREAM INC 2016 - Man 03 <i>Responsible construction practices</i>; <p>OU</p> <ul style="list-style-type: none"> Relatório de avaliação de impactos; <p>E</p>	<p>Manual BREEAM 2019;</p> <p>Certificação LIVING BUILDING CHALLENGE 4.0;</p> <p>NGE 4.0;</p> <p>Política Nacional de Mudanças Climáticas;</p> <p>Panorama Ambiental Global;</p> <p>GEO 5;</p>

	Relatório de avaliação dos impactos ambientais e sociais, contendo recomendações para a evitar e/ou minimizar os impactos identificados, aprimoramento e operação sustentável a longo prazo da edificação e a definição de medidas de implementação de alto, médio e baixo impacto;	GEO 6; Política nacional de resíduos sólidos (PNRS) Lei 12.305/2010; Decreto regulamentador 7404:2010; Manual LEED 2019.
1.2.1.2 Selecionar, preferencialmente, fornecedores locais de forma que os equipamentos, tal como as peças para uso e manutenção, possam ser encontrados na região do local de instalação	<ul style="list-style-type: none"> • Contrato de fornecimento das tecnologias e materiais com fornecedor dentro de um raio de 500 Km (a menos que não esteja disponível, ver <u>nota 1</u>): OU • Comprovantes de compras evidenciando que a origem dos equipamentos está a uma distância igual ou menor que 500km da obra. <i>Nota 1: Caso não possa ser encontrado o equipamento no local do consumo ou o equipamento disponível não satisfaça o projeto, deve-se demonstrar o plano de manutenção preventiva e corretiva para minimizar o transporte em situações críticas</i> 	
1.2.1.3 Selecionar, preferencialmente, equipamentos e peças de origem responsável ou certificada.	<ul style="list-style-type: none"> • Certificado de fornecimento responsável. 	
1.2.1.4 Considerar estudos sobre mudanças climáticas adaptáveis ao local e projeções de mudanças futuras, propondo soluções de mini e microgeração distribuída, armazenamento de energia elétrica e automação predial para mitigar possíveis problemas	<ul style="list-style-type: none"> • Evidência de que a tecnologia selecionada contribui para mitigar os impactos das mudanças climáticas OU • Relatório de ações e soluções a serem tomadas para mitigar os impactos 	
1.2.1.5 Planejar o descarte em destinação adequada dos equipamentos em caso de manutenção e troca, principalmente aqueles sujeitos à logística reversa	<ul style="list-style-type: none"> • Plano de gerenciamento de resíduos eletroeletrônicos E • Planilha de controle de descarte e entrega; 	

1.2.2 Seleção da Tecnologia	1.2.2.1 Na escolha da tecnologia, considerar a eficiência de conversão da energia primária e a maturidade da tecnologia no mercado, considerando o custo dessa geração (\$/kW.gerado) e a variação de potência entregue durante o dia devido à sazonalidade da geração (também conhecida como “horo sazonalidade”) <i>Nota: O custo e a sazonalidade podem apresentar as principais vantagens e desvantagens na escolha da tecnologia, mas o relatório não deve se ater apenas a estes indicadores</i>	<ul style="list-style-type: none"> Relatório de pesquisa de mercado apontando as tecnologias disponíveis e evidenciando vantagens e desvantagens; <p>E</p> <p>Documento, como quadro comparativo ou relatório, que evidencia os estudos que direcionaram a escolha da tecnologia escolhida;</p> <p>OU</p> <ul style="list-style-type: none"> Selo de eficiência energética dos equipamentos escolhidos, apontando o custo e a sazonalidade de geração; 	N/A
	1.2.2.2 Utilizar um modelo de estudos econômicos (<i>payback</i> ou taxa interna de retorno, por exemplo) para escolha da tecnologia	<ul style="list-style-type: none"> Cópia do documento do estudo de viabilidade elaborado; 	
	1.2.2.3 Selecionar pessoal capacitado/qualificado/habilitado para construção do equipamento escolhido.	<ul style="list-style-type: none"> Certificação de treinamento e capacitação da equipe responsável pela instalação e construção; <p>OU</p> <ul style="list-style-type: none"> Registro técnico da qualificação dos profissionais de instalação; <p>OU</p> <ul style="list-style-type: none"> Contrato com empresas de instalação e manutenção qualificadas; 	
	1.2.2.4 Identificar a melhor fonte de energia renovável da região a ser construída a edificação, garantindo a escolha adequada das fontes para geração de energia elétrica de acordo com a disponibilidade local	<ul style="list-style-type: none"> Relatório do estudo do potencial energético das fontes renováveis disponíveis na região; <p>OU</p> <ul style="list-style-type: none"> Documento que evidencia a escolha estratégica da fonte renovável com potencial mais favorável para geração de energia elétrica; 	
1.2.3 Dimensionamentos Ver item 1.2.4.2; 1.2.5.5	1.2.3.1 Dimensionar os sistemas elétricos (cabos, conexões, equipamentos, proteção, quadros) de acordo com as normas e padrões nacionais e internacionais a fim de assegurar o	<ul style="list-style-type: none"> Memória de cálculo do projeto comprovando o correto dimensionamento do sistema desde a geração até a distribuição; <p>OU</p>	ABNT NBR 5410:2004 Versão Corrigida:2008 Normas Técnicas da Concessionária Local

	<p>funcionamento adequado e garantir a segurança da operação do sistema.</p> <p>Ver item 1.3</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Simulação por <i>software</i> do dimensionamento feito 	<p>ABNT NBR 16690:2019; 16274:2014; 16150:2013</p>
	<p>1.2.3.2 Dimensionar o sistema elétrico (cabos, conexões, equipamentos, proteção, quadros) visando ao crescimento da edificação e ao aumento da demanda de energia elétrica, assegurando que a instalação comporta as mudanças de uso da edificação.</p> <p><i>Nota: É importante que se realize o projeto visando atender às normativas e visar ao menor custo de implantação, mas é essencial avaliar o aumento do consumo energético da edificação ao longo dos anos e considerar essa análise no dimensionamento do projeto elétrico</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • Evidência de que houve uma análise da evolução que ocorrerá na edificação e que o dimensionamento foi feito considerando essa análise. 	
	<p>1.2.3.3 Dimensionar a central de geração de acordo com normas e padrões nacionais e internacionais a fim de assegurar o fornecimento contínuo de energia elétrica e garantir a segurança do funcionamento do sistema</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Memória de cálculo do projeto comprovando o correto dimensionamento do sistema de geração; OU • Simulação por software do dimensionamento feito 	
	<p>1.2.3.4 Dimensionar adequadamente o espaço físico onde todo equipamento será instalado e por onde a fiação passará visando à segurança na operação, manutenção e funcionalidade do sistema</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Projeto elétrico que identifique o espaço necessário para o adequado funcionamento dos equipamentos do sistema elétrico; 	
1.2.4 Minimização de Custos	<p>1.2.4.1 Construir e operar o sistema elétrico de geração, considerando o menor custo de implantação e manutenção.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Orçamento com empresas especializadas para identificação da média de preços de trabalhos no mercado; OU • Dimensionamento preciso para evitar desperdícios com superdimensionamento de materiais OU • Estudo comparativo dos custos das fontes energéticas; 	<p>Manual BREEAM 2019</p> <p>Certificação LIVING BUILDING CHALLENGE 4.0</p> <p>Manual de boas Práticas IET</p> <p>EVO - Protocolo Internacional de Medição e Verificação de Performance</p> <p>Certified Energy Managment – CEM</p>

		<p>E Ata de reunião feita para deliberação das propostas</p>	
	<p>1.2.4.2 Dimensionar o projeto elétrico baseado no consumo pertinente à edificação e evitar superdimensionamento. Isso pode ser feito a partir de modelos de edificações referência ou <i>software</i> para modelagem.</p> <p>Ver item 1.2.3</p>	<ul style="list-style-type: none"> Relatório de estudo da revisão elétrica total para avaliar equilíbrio de cargas na edificação <p>OU</p> <ul style="list-style-type: none"> Informação do modelo em programa computacional demonstrando que foi estabelecido um valor de consumo para cada ambiente 	
	<p>1.2.4.3 Fazer análise de viabilidade considerando as políticas e contratos do setor elétrico aplicadas a tecnologia e região.</p>	<ul style="list-style-type: none"> Clausula de análise demonstrando que esse item foi considerado na análise da escolha da tecnologia. 	
	<p>1.2.4.4 Elaborar um plano de manutenção periódico com as especificações pertinentes à tecnologia escolhida para geração.</p>	<ul style="list-style-type: none"> Cópia do documento 	
	<p>1.2.4.5 Incorporar equipamentos das instalações no projeto considerando os usos finais, isto é, considerando a potência instalada desses equipamentos e considerando seus serviços de energia, garantindo seu rendimento máximo com consumo mínimo.</p> <p><i>Nota: O cálculo deve considerar a previsão de aumento de demanda energética da edificação.</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> Relatório de análise dos usos finais, atestando que o equipamento está dimensionado e corresponde à demanda da edificação. 	
1.2.5 Metas para Consumo	<p>1.2.5.1 Estabelecer uma meta para uso de energia nos departamentos e/ou ambientes específicos.</p>	<ul style="list-style-type: none"> Documento de estudo de previsão de carga de cada ambiente e/ou departamento separado e previsão de um submonitoramento de energia acessível aos usuários; <p>E</p> <ul style="list-style-type: none"> Documento apontando a base de comparação dos ambientes. 	<p>Manual BREEAM 2019; Certificação LIVING BUILDING CHALLENGE 4.0 Manual de boas Práticas IET EVO - Protocolo Internacional de Medição e Verificação de Performance</p>
	<p>1.2.5.2 Planejar avaliações comparativas periódicas do consumo elétrico do</p>	<ul style="list-style-type: none"> Cópia do documento 	

		ambiente ou departamento da edificação com base em uma referência de mesma funcionalidade e carga similar, para que se possa verificar a eficiência no consumo.		Certified Energy Management – CEM ABNT ISO 50001:2018
		1.2.5.3 Utilizar energia excedente para créditos de compensação.	<ul style="list-style-type: none"> Relatório de produção e consumo gerado pelo banco de dados proveniente do controle de geração e consumo de energia elétrica. <p>OU</p> <ul style="list-style-type: none"> Histórico da fatura detalhada do consumo de energia elétrica demonstrando que houve compensação e crédito por injetar energia na rede 	
		1.2.5.4 Utilizar estratégias passivas de arquitetura, no intuito de mitigar o consumo de energia elétrica pelo aproveitamento de recursos naturais	<ul style="list-style-type: none"> Aplicação assertiva de estratégias de conforto ambiental e Bioclimatismo no projeto de arquitetura, desde sua concepção; <p>OU</p> <ul style="list-style-type: none"> Simulação computacional de iluminação natural e artificial, ventilação natural e renovação de ar, dentre outras, com capacidade de verificação dos recursos naturais disponíveis no terreno e entorno. 	
		1.2.5.5 Considerar as cargas flutuantes da edificação (ex. pontos de recarga de automóveis elétricos) no quadro de cargas e assegurar que a meta de consumo não seja impactada por elas	<ul style="list-style-type: none"> Evidência de que o quadro de cargas abrange essas cargas <p>E</p> <ul style="list-style-type: none"> Avaliação do impacto dessas cargas nas metas de consumo da edificação 	
		1.2.5.6 Utilizar sub medidores de energia elétrica em cada departamentos e salas da edificação	<ul style="list-style-type: none"> Projeto elétrico destacando a instalação de medidores de energia elétrica na edificação 	Manual BREEAM 2019;
1.3 Segurança na operação do sistema	1.3.1 Projeto de Aterramento	1.3.1.1 Desenvolver o projeto de aterramento para proteção dos sistemas da edificação	<ul style="list-style-type: none"> Memorial descritivo do projeto com detalhes dos cálculos e estudos para o projeto; <p>OU</p> <ul style="list-style-type: none"> Projeto elétrico mostrando detalhamento de segurança <p>OU</p>	ABNT NBR 5410

		<ul style="list-style-type: none"> Projeto de instalações de SPDA (Sistema de proteção contra descargas atmosféricas) 	
1.3.2 Dispositivos de segurança elétrica	1.3.2.1 Definir o nível de proteção elétrica para os equipamentos e projetar dispositivos de segurança adequados para as cargas prioritárias	<ul style="list-style-type: none"> Projeto elétrico ou detalhamento demonstrando especificamente os dispositivos de segurança usados (DPS, por exemplo). 	
1.3.3 Diversificação de fontes de energia elétrica;	1.3.3.1 Projetar pelo menos um sistema de geração de energia elétrica a partir de fontes renováveis, garantindo que o sistema não é dependente de apenas uma fonte de energia, para assegurar a resiliência e o fornecimento sem interrupções.	<ul style="list-style-type: none"> Prancha, memória descritivo e caderno de encargos do projeto de instalações elétricas apontando quais são as fontes de energia elétrica da edificação e que há mais de uma fonte de energia (ex. fotovoltaica, eólica) 	N/A
	1.3.3.2 Implantar um sistema de controle automatizado para fazer o sincronismo/paralelismo das diferentes fontes de energia elétrica, assegurando que não haverá curto-circuito em seu funcionamento. Ver item 3.1	<ul style="list-style-type: none"> Caderno de encargos demonstrando o controle automatizado do uso das diferentes fontes de energia. 	
1.3.4 Fornecimento seguro de equipamentos e peças para uso e manutenção	1.3.4.1 Selecionar o equipamento, tal como as peças para uso e manutenção, para que possa ser encontrado na região do local de instalação.	<ul style="list-style-type: none"> Contrato de fornecimento das tecnologias e materiais com fornecedor dentro de um raio de 500 Km (a menos que não esteja disponível, ver <u>nota 1</u>) OU Comprovantes de compras evidenciando que a origem dos equipamentos está a uma distância igual ou menor que 500km da obra. <p>Ver item 1.2.2.1</p> <p><i>Nota 1: Caso não possa ser encontrado o equipamento no local do consumo ou o equipamento disponível não satisfaça o projeto, deve-se demonstrar o plano de manutenção preventiva e corretiva para minimizar o transporte em situações críticas</i></p>	Manual BREEAM 2019;

5.5.2. Armazenamento de Energia Elétrica

Princípio	Critério	Descrição	Indicadores	Referências
ii Projeto integrado	ii.1 Capacitação técnica	ii.1.1 Investir na capacitação técnica da equipe de projeto OU contratação de terceiro com capacidade técnica para propor e avaliar as soluções de armazenamento de energia elétrica	<ul style="list-style-type: none"> • Contrato com o terceiro que prestou serviço de consultoria <p>OU</p> <ul style="list-style-type: none"> • Certificado da participação da equipe em treinamento de qualificação técnica 	N/A
		ii.1.2 Realizar treinamento do usuário E/OU disponibilizar manual de uso e manutenção foi para o usuário da edificação	<ul style="list-style-type: none"> • Cópia do manual do usuário <p>OU</p> <ul style="list-style-type: none"> • Comprovante do treinamento realizado com o usuário <p>OU</p> <ul style="list-style-type: none"> • Documento de manual de uso da edificação 	N/A
	ii.2 Desenvolvimento do projeto	ii.2.1 Garantir que a equipe de arquitetura interagiu com a equipe de tecnologia de armazenamento de energia elétrica para integrar os sistemas em harmonia ao projeto arquitetônico da edificação e garantir que a escolha das tecnologias foram feitas baseadas em cálculos específicos e/ou simulações computacionais.	<ul style="list-style-type: none"> • Cópia das atas de reunião com a participação dos especialistas e equipe de projeto. <p>E</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cópia do memorial descritivo dos projetos de armazenamento de energia elétrica <p>E</p> <p>Aplicação das soluções de acordo com relatório de simulações de <i>clash detection</i>;</p> <p>OU</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cópia do relatório de simulação realizado mediante dimensionamento do projeto. 	N/A
	ii.2.2 Mapear possíveis falhas de segurança e defeitos do sistema de mini e microgeração distribuída, armazenamento de energia elétrica e automação predial		<ul style="list-style-type: none"> • Relatório de falhas e estudo dos impactos a que o sistema pode estar suscetível <p>OU</p> <ul style="list-style-type: none"> • Documento com recomendações de segurança detectado pela equipe técnica 	N/A
	ii.2.3 Realizar um comissionamento ou auditoria interna para assegurar que as soluções de armazenamento de energia elétrica foram aplicadas na fase de pré-		<ul style="list-style-type: none"> • Memoriais descritivos e manuais de operação da edificação <p>E</p>	N/A

		<p>projeto e integradas às soluções de mini e microgeração distribuída e automação predial</p> <p><i>Nota: O Comissionamento deve ser realizado por um especialista da área de energia elétrica</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> Projeto de detalhamento das soluções de armazenamento de energia elétrica <p>E</p> <ul style="list-style-type: none"> Plano de integração das tecnologias de mini e microgeração distribuída, armazenamento de energia elétrica e automação predial 	
	ii.3 Suporte de projeto	<p>ii.3.1 Garantir a integração do sistema de segurança elétrico entre os sistemas de mini e microgeração distribuída, armazenamento de energia elétrica e automação predial</p>	<ul style="list-style-type: none"> Memorial descritivo dos itens de segurança da edificação destacando que os itens de segurança foram compatibilizados; <p>E</p> <ul style="list-style-type: none"> Manual de operação do sistema de segurança da edificação; 	N/A
		<p>ii.3.2 Identificar as dificuldades no processo técnico dos trabalhos realizados para implementar a integração da tecnologia e o processo de projeto, a fim de realinhar treinamento ou indicar treinamento.</p>	<ul style="list-style-type: none"> Relatório de dados implementados no projeto devidamente analisados pelos coordenadores de processo da empresa <p>E</p> <ul style="list-style-type: none"> Novo sumário executivo dos processos da empresa 	N/A
2.1 Planejamento para o armazenamento	2.1.1 Autossuficiência no armazenamento de energia elétrica	<p>2.1.1.1 Dimensionar o projeto para ser totalmente autossuficiente com relação ao uso de energia elétrica (operação ilhada), com foco no cálculo da duração do armazenamento</p> <p>*Fazer link com 1.1.2.1 e 3.3.2.3</p>	<ul style="list-style-type: none"> Memorial descritivo das instalações elétricas com descrição de que o edifício é autossuficiente com uma análise de tempo vs carga, demonstrando que o edifício é capaz de suprir a própria energia por um período crítico de tempo; <p>OU</p> <ul style="list-style-type: none"> Memorial de cálculo específico equalizando o consumo com a produção de energia elétrica; <p>OU</p> <ul style="list-style-type: none"> Relatório do consumo, a partir de simulação por <i>software</i>, demonstrando que o consumo é suprido pela produção local. <p>OU</p> <ul style="list-style-type: none"> Documento oriundo de uma certificação para construções qualificada atestando que o edifício é energeticamente autossuficiente; 	ABNT NBR 16767:2019

	<p>2.1.1.2 Considerar, no planejamento da capacidade de armazenamento, o tempo de descarga de equipamento essencial e sua demanda de consumo</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Memorial de cálculo do projeto comprovando o correto dimensionamento do sistema do armazenamento de energia elétrica. <p>OU</p> <ul style="list-style-type: none"> • Simulação por <i>software</i> do consumo e uso da energia elétrica estocada 	N/A
	<p>2.1.1.3 Projetar sistema de armazenamento em conexão com a rede local. Garantir que há uma conexão com a rede local e usar o sistema de compensação como um dos elementos de armazenamento.</p> <p>*Fazer link com 1.2.5.3</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Relatório de produção e consumo gerado pelo banco de dados proveniente do controle de geração e consumo de energia elétrica. <p>OU</p> <ul style="list-style-type: none"> • Histórico da fatura detalhada do consumo de energia elétrica demonstrando que houve compensação e crédito se injetar energia na rede 	N/A
2.1.2 Escolha da Tecnologia	<p>2.1.2.1 Selecionar a tecnologia empregada na edificação de forma que seja a mais efetiva para a necessidade desejada na edificação</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Resultados de cálculos e simulações de uso de diferentes tipos de armazenamento de energia elétrica, demonstrando as vantagens de cada esquema de armazenamento; <p>OU</p> <ul style="list-style-type: none"> • Quadro comparativo apresentando as tecnologias consideradas para o projeto com suas vantagens e desvantagens 	N/A
2.1.3 Critério de Dimensionamentos	<p>2.1.3.1 Dimensionar os sistemas elétricos (cabos, conexões, equipamentos, proteção, quadros) de acordo com as normas e padrões nacionais e internacionais a fim de assegurar o funcionamento adequado e garantir a segurança da operação do sistema</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Memória de cálculo do projeto comprovando o correto dimensionamento do sistema de armazenamento; <p>OU</p> <ul style="list-style-type: none"> • Simulação por <i>software</i> do dimensionamento feito 	N/A
	<p>2.1.3.2 Dimensionar a central de armazenamento de acordo com normas e padrões nacionais e internacionais a fim de assegurar o fornecimento contínuo de energia elétrica e garantir a segurança do funcionamento do sistema</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Memória de cálculo do projeto comprovando o correto dimensionamento da central de armazenamento de energia elétrica; <p>OU</p> <ul style="list-style-type: none"> • Simulação por <i>software</i> do dimensionamento feito 	

		2.1.3.3 Dimensionar adequadamente o espaço físico onde será instalado e por onde os eletrodutos passarão visando a segurança na operação, manutenção e funcionalidade do sistema	<ul style="list-style-type: none"> Projeto elétrico que identifique o espaço necessário para o adequado funcionamento dos equipamentos do sistema elétrico 	
	2.1.4 Minimização de Custo	2.1.4.1 Projetar o sistema elétrico para que seja construído e operado levando em consideração o melhor custo/benefício	<ul style="list-style-type: none"> Orçamento com empresas especializadas para identificação da média de preços de trabalhos no mercado; OU Dimensionamento preciso para evitar desperdícios com superdimensionamento de materiais 	N/A
	2.1.5 Monitoramento e supervisão do sistema Fazer link com 3. Automação	2.1.5.1 Projetar mecanismos para monitorar o nível de energia do armazenamento proposto e o controle do processo de carga e descarga de energia	<ul style="list-style-type: none"> Plano de monitoramento dos níveis de energia apontando o sistema que fará o controle do funcionamento; 	N/A
	2.1.6 Minimização dos Impactos ambientais	2.1.5.1 Planejar o descarte em destinação adequada dos equipamentos em caso de manutenção e troca, principalmente aqueles sujeitos à logística reversa	<ul style="list-style-type: none"> Plano de gerenciamento de resíduos eletroeletrônicos E Planilha de controle de descarte e entrega; 	Política nacional de resíduos sólidos (PNRS) Lei 12.305/2010 Decreto regulamentador 7404:2010
2.2 Segurança de operação do sistema	2.2.1 Proteção dos sistemas elétricos da edificação	2.2.1.1 Elaborar o projeto de aterramento para proteção dos sistemas de armazenamento de energia elétrica da edificação	<ul style="list-style-type: none"> Memorial descritivo do projeto com detalhes dos cálculos e estudos para o projeto; OU Projeto elétrico demonstrando detalhamento dos sistemas de aterramento elétrico e dispositivos de proteção 	ABNT NBR 5410:2004 Versão Corrigida:2008 ABNT NBR 16690 ABNT NBR 16767
		2.2.1.2 Definir o nível de proteção elétrica para os equipamentos de armazenamento e projetar dispositivos de segurança adequados para os equipamentos		
	2.2.3 Manutenção	2.2.3.1 Conceber um plano de manutenção para que o armazenamento proposto funcione quando for requisitado	<ul style="list-style-type: none"> Documento demonstrando o planejamento de manutenção estabelecido para a edificação; OU Contrato com equipe de manutenção e prevenção; 	N/A

5.5.3. Automação Predial

Princípio	Critério	Descrição	Indicadores	Referências
iii Projeto integrado	iii.1 Capacitação técnica	iii.1.1 Investir na capacitação técnica da equipe de projeto OU contratação de terceiro com capacidade técnica para propor e avaliar as soluções de automação predial	<ul style="list-style-type: none"> Contrato com o terceiro que prestou serviço de consultoria OU <ul style="list-style-type: none"> Certificado da participação da equipe em treinamento de qualificação técnica 	N/A
		iii.1.2 Realizar treinamento do usuário E/OU disponibilizar manual de uso e manutenção foi para o usuário da edificação	<ul style="list-style-type: none"> Cópia do manual do usuário OU <ul style="list-style-type: none"> Comprovante do treinamento realizado com o usuário OU <ul style="list-style-type: none"> Documento de manual de uso da edificação 	N/A
	iii.2 Desenvolvimento do projeto	iii.2.1 Garantir que a equipe de arquitetura interagiu com a equipe de tecnologia de automação predial para integrar os sistemas em harmonia ao projeto arquitetônico da edificação e garantir que a escolha das tecnologias foram feitas baseadas em cálculos específicos e/ou simulações computacionais.	<ul style="list-style-type: none"> Cópia das atas de reunião com a participação dos especialistas e equipe de projeto. E <ul style="list-style-type: none"> Cópia do memorial descritivo dos projetos de automação predial E <ul style="list-style-type: none"> Aplicação das soluções de acordo com relatório de simulações de <i>clash detection</i>; OU <ul style="list-style-type: none"> Cópia do relatório de simulação realizado mediante dimensionamento do projeto. 	N/A
		iii.2.2 Mapear possíveis falhas de segurança e defeitos do sistema de mini e microgeração distribuída, armazenamento de energia elétrica e automação predial	<ul style="list-style-type: none"> Relatório de falhas e estudo dos impactos a que o sistema pode estar suscetível OU <ul style="list-style-type: none"> Documento com recomendações de segurança detectado pela equipe técnica 	N/A
		iii.2.3 Realizar um comissionamento ou auditoria interna para assegurar que as soluções de automação predial foram aplicadas na fase de pré-projeto e integradas às soluções de mini e	<ul style="list-style-type: none"> Memoriais descritivos e manuais de operação da edificação E <ul style="list-style-type: none"> Projeto de detalhamento das soluções de automação predial 	N/A

		<p>microgeração distribuída, armazenamento de energia elétrica</p> <p><i>Nota: O Comissionamento deve ser realizado por um especialista da área de energia elétrica</i></p>	<p>E</p> <ul style="list-style-type: none"> Plano de integração das tecnologias de mini e microgeração distribuída, armazenamento de energia elétrica e automação predial 	
	iii.3 Suporte de projeto	<p>iii.3.1 Garantir a integração do sistema de segurança elétrico entre os sistemas de mini e microgeração distribuída, armazenamento de energia elétrica e automação predial</p>	<ul style="list-style-type: none"> Memorial descritivo dos itens de segurança da edificação destacando que os itens de segurança foram compatibilizados; <p>E</p> <ul style="list-style-type: none"> Manual de operação do sistema de segurança da edificação; 	N/A
		<p>iii.3.2 Identificar as dificuldades no processo técnico dos trabalhos realizados para implementar a integração da tecnologia e o processo de projeto, a fim de realinhar treinamento ou indicar treinamento.</p>	<ul style="list-style-type: none"> Relatório de dados implementados no projeto devidamente analisados pelos coordenadores de processo da empresa <p>E</p> <ul style="list-style-type: none"> Novo sumário executivo dos processos da empresa 	N/A
<p>3.1 Sistema de gerenciamento de operação da edificação</p> <p><i>Nota: Além dos sistemas elétricos, como iluminação, climatização, refrigeração e aquecimento, a automação deve abranger todos os sistemas que impactam a resiliência da edificação, como os sistemas hidráulicos e o suprimento alimentar, que estão fora do escopo deste trabalho.</i></p>	3.1.1 Confiabilidade da estrutura de comunicação do sistema	<p>3.1.1.1 Determinar o sistema de comunicação mais adequado para troca de informação dos equipamentos de automação por um estudo dos sistemas possíveis.</p>	<ul style="list-style-type: none"> Estudo e laudo indicando o sistema de comunicação mais adequado para o projeto. 	<p>ISO 16484-5</p> <p>ISO/IEC 14543-3</p> <p>ABNT NBR IEC 61850-10:2018</p>
		<p>3.1.1.2 Comprar e usar módulos e equipamentos que sejam certificados, interoperáveis e com diversidade de fornecedores e prestadores de serviços;</p>	<ul style="list-style-type: none"> Documento demonstrando que o equipamento é compatível com o uso de Plataformas abertas de comunicação, como: <ul style="list-style-type: none"> OPCs - <i>Open Platform Communications</i>; BACnet - <i>Building Automation and Control net</i>; KNX - <i>Konnex</i> Ou similares; <p>OU</p> <ul style="list-style-type: none"> Laboratórios de teste de terceiros credenciados atestando que o sistema foi implementado com sucesso; 	
		<p>3.1.1.3 Especificar os dispositivos de entrada real (sensores), o atuador, o</p>	<ul style="list-style-type: none"> Cópia do manual, <i>datasheet</i>, ou documento similar, dos equipamentos 	

	módulo, os equipamentos em geral e dispositivos do sistema de controle para garantir que haja capacidade de comunicação	utilizados no projeto, apontando a capacidade de comunicação entre si;	
	3.1.1.4 Planejar a manutenção do sistema por pessoal qualificado/certificado pelas associações E/OU fabricantes das soluções adotadas	<ul style="list-style-type: none"> • Contrato com o fornecedor da manutenção; <p>OU</p> <ul style="list-style-type: none"> • Certificado de treinamento da equipe da edificação para manutenção <p>E</p> <p>Caderno com plano de manutenção.</p>	
	3.1.1.5 Arquitetar um Sistema de Supervisão e Aquisição de Dados (SCADA) adequado para a edificação	<ul style="list-style-type: none"> • Memoriais descritivos e manuais de operação do aplicativo indicado; 	
	3.1.1.6 Selecionar E/OU promover treinamento para operador do sistema de automação, garantindo que seja capacitado para operar o sistema instalado, interpretar os dados obtidos e tomar decisões de maneira adequada. <i>Nota: O sistema escolhido pode ficar subutilizado caso o operador não seja qualificado para uso.</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Memoriais descritivos e manuais de operação do aplicativo indicado; 	
3.1.2 Equipamentos de monitoramento/supervisão	3.1.2.1 Garantir que os equipamentos de <u>monitoramento e supervisão</u> da automação possam fazer o trabalho de maneira satisfatória	<ul style="list-style-type: none"> • Termo de compromisso, declaração dos fabricantes, fornecedores e/ou projetistas confirmando que os equipamentos de monitoramento abrangem as características de acordo com o projetado; <p>OU</p> <ul style="list-style-type: none"> • Certificação reconhecida nacionalmente ou internacionalmente; <p>OU</p> <ul style="list-style-type: none"> • Confirmação de que o sistema similar funciona em uma edificação referência e que pode ser replicado no projeto proposto; 	ISO 16484-5:2017 ISO/IEC 14543-3 ABNT NBR ISO 50.001:2018
	3.1.2.2 Garantir que os equipamentos de monitoramento possuam capacidade de	<ul style="list-style-type: none"> • Documento demonstrando que o equipamento é compatível com 	

		comunicação com os sistemas de controle;	<p>Plataformas abertas de comunicação, como:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ OPCs - <i>Open Platform Communications</i>; ▪ BACnet - <i>Building Automation and Control net</i>; ▪ KNX – Konnex ▪ Ou similares; <p>OU</p> <ul style="list-style-type: none"> • Certificado da <i>BACnet Testing Laboratories</i> ("BTL") atestando que o sistema foi implementado com sucesso; 	
3.1.3 Equipamentos de controle de automação, dispositivos de entrada e atuadores	3.1.3.1 Garantir que os equipamentos de <u>controle</u> da automação possam fazer o trabalho de maneira adequada		<ul style="list-style-type: none"> • Confirmação de que o sistema similar funciona em uma edificação de referência e que pode ser replicado no projeto proposto; <p>E</p> <ul style="list-style-type: none"> • Termo de compromisso, declaração dos fabricantes, fornecedores e/ou projetistas confirmando que os equipamentos e sensores abrangem as características de acordo com o projetado; <p>OU</p> <ul style="list-style-type: none"> • Confirmação, por parte de autoridades locais, de que o fabricante e fornecedor estão ligados a esquemas de certificação reconhecidos nacionalmente ou internacionalmente; 	
	3.1.3.2 Elaborar um caderno de critérios de desempenho e um roteiro de testes que deverão ser validados na fase de comissionamento		<ul style="list-style-type: none"> • Cópia do caderno de critérios elaborados. 	
3.1.4 Atendimento à emergência	3.1.4.1 Preparar um plano de gerenciamento da energia em caso de cessar o fornecimento de energia elétrica e programar os sistemas para atenderem a esse planejamento.		<ul style="list-style-type: none"> • Memorial de programação e planejamento para situação emergencial indicando diretrizes do sistema de comando para uso eficiente e hierárquico da energia. O plano deve apontar quais sistemas serão priorizados e a estratégia para gestão da energia elétrica; 	N/A

		<p>A energia elétrica armazenada deve ser usada de maneira eficiente e hierárquica, preservando os serviços essenciais para resiliência da edificação</p> <p><i>Nota: deve ser feita uma reunião para priorizar quais equipamentos serão alimentados pelo armazenamento em caso de falta de fornecimento total de energia.</i></p>		
		3.1.4.2 Planejar um sistema de alerta e aviso, antevendo situações em que equipamentos de automação não atuem de maneira devida ou houver falha na aquisição de dados	<ul style="list-style-type: none"> • Cópia do documento de diretrizes para alertas em caso de falhas no sistema; <p>E</p> <p>Planilha/banco de dados de controle de registro de falhas no sistema;</p>	
	3.1.5 Minimização dos Impactos ambientais	3.1.5.1 Planejar o descarte em destinação adequada dos equipamentos em caso de manutenção e troca, principalmente aqueles sujeitos à logística reversa	<ul style="list-style-type: none"> • Plano de gerenciamento de resíduos eletroeletrônicos <p>E</p> <p>Planilha de controle de descarte e entrega;</p>	<p>Política nacional de resíduos sólidos (PNRS) Lei 12.305/2010</p> <p>Decreto regulamentador 7404:2010</p>
3.2 Estrutura dos sistemas	3.2.1 Dimensionamento da Sala de comando	3.2.1.1 Dimensionar adequadamente a sala de comando onde os computadores de supervisão e programação poderão ser instalados e por onde a fiação passará visando a segurança na operação, manutenção e funcionalidade do sistema de automação predial	<ul style="list-style-type: none"> • Memória de cálculo do projeto comprovando o correto dimensionamento das salas de comando; <p>OU</p> <ul style="list-style-type: none"> • Projeto elétrico que identifique o espaço necessário para o adequado funcionamento dos equipamentos do sistema de automação predial; <p>OU</p> <ul style="list-style-type: none"> • Prancha do projeto de automação predial e memorial descritivo especificando o dimensionamento do espaço em que será instalado, bem como os cálculos pertinentes. 	<p>ISO 16484-5</p> <p>ISO/IEC 14543-3</p> <p>Manual BREEAM 2019</p> <p>Certificação LIVING BUILDING CHALLENGE 4.0</p>
		3.2.1.2 Projetar a sala de controle e comandos pensando no conforto do usuário para permitir o trabalho mais eficiente dos operadores E/OU usuários;		
	3.2.2 Dimensionamento dos Equipamentos	3.2.2.1 Dimensionar a sala de instalação dos equipamentos e módulos de automação de acordo com normas e padrões nacionais e internacionais a fim de assegurar o fornecimento contínuo do serviço de automação predial e garantir a segurança do funcionamento de controle do sistema	<ul style="list-style-type: none"> • Memória de cálculo do projeto comprovando o correto dimensionamento do sistema de automação predial de todo sistema; <p>OU</p> <ul style="list-style-type: none"> • Projeto elétrico que identifique o espaço necessário para o adequado 	<p>ABNT NBR 16264:2016</p> <p>ABNT NBR 16521:2016</p>

		3.2.2.2 Projetar a sala de equipamentos pensando no conforto do usuário para permitir o trabalho e manutenção mais eficientes	funcionamento dos equipamentos do sistema de automação predial; OU • Prancha do projeto de automação predial e memorial descritivo especificando o equipamento, bem como os cálculos pertinentes.
	3.2.3 Cabos - Dimensionamento dos Sistemas elétricos	3.2.3.1 Dimensionar os sistemas elétricos (cabos, conexões, equipamentos, proteção, quadros) de acordo com as normas e padrões nacionais e internacionais a fim de assegurar o funcionamento adequado e garantir a segurança da operação do sistema de automação predial	<ul style="list-style-type: none"> • Memória de cálculo do projeto comprovando o correto dimensionamento do sistema de automação predial e dos cabos e equipamentos de todo sistema; OU <ul style="list-style-type: none"> • Prancha do projeto de automação predial e memorial descritivo especificando a fiação e dutos condutores que deverão ser usados, bem como os cálculos pertinentes.
		3.2.3.2 Arquitetar a topologia de rede mais adequada para atender ao projeto	
		3.2.3.3 Projetar a redundância do cabeamento crítico da rede a fim de aumentar a confiabilidade e resiliência do sistema	
3.3 Segurança	3.3.1 Sistema de segurança	3.3.1.1 Garantir que o aplicativo utilizado no comando de automação predial da edificação o possa identificar erros e falhas no sistema elétrico de mini e microgeração distribuída, armazenamento de energia elétrica e automação predial, atuando de maneira eficiente para evitar que os sistemas possam colocar em risco a segurança dos usuários	<ul style="list-style-type: none"> • Termo de compromisso, declaração dos fabricantes, fornecedores e/ou projetistas confirmando que os <i>softwares</i> abrangem as características de acordo com o projetado;
		3.3.1.2 Utilizar um Banco de Dados robusto que acompanhe o desempenho dos sistemas elétricos da edificação, o sistema deve informar (não se limitando somente a isso): <ul style="list-style-type: none"> • A quantidade de geração de energia elétrica diária; • O consumo de energia elétrica da edificação diária; 	<ul style="list-style-type: none"> • Relatório do banco de dados apontando as informações coletadas pelo sistema de automação predial.

	<ul style="list-style-type: none"> • A quantidade de energia armazenada; • A saúde das máquinas de geração de energia elétrica; • A quantidade e qualidade da energia injetada na rede; 		
	3.3.1.3 Projetar equipamentos para identificação e proteção de patrimônios e de pessoas na edificação, integrando-os ao sistema de controle predial	<ul style="list-style-type: none"> • Especificação no projeto de automação predial contendo equipamentos como Alarmes de incêndio e equipamentos de Vigilância (câmeras, sensor de presença) 	
3.3.2 Sistema de Proteção	3.3.2.1 Projetar sistema de paralelismo, garantindo que o sistema de monitoramento predial tenha funcionamento constante	<ul style="list-style-type: none"> • Especificação no projeto de automação predial contendo equipamentos como: <ul style="list-style-type: none"> ▪ No <i>Breaks</i> ▪ Baterias Individuais ▪ Sistemas de <i>backup</i> de funcionamento de energia exclusivo para o sistema de automação da edificação 	NBR 5410 ANEEL
	3.3.2.2 Garantir que haja um estudo dos equipamentos e traçar medidas de Tolerância a falhas (<i>failover</i>), observando a tipologia da edificação, análise da redundância necessária, além de caracterizar o nível de proteção que se deseja alcançar.	<ul style="list-style-type: none"> • Memoriais descritivos e manuais de operação com as diretrizes de Tolerância de Falhas (<i>failover</i>). 	
	3.3.2.3 Planejar tomadas de ação dos sistemas e controles críticos para a Operação Ilhada (independente da rede), como monitoramento do uso da energia, estoque de energia, geração diária média, entre outros fatores. *Fazer link com 1.1.2.1; 2.1.1.1; 2.1.1.2	<ul style="list-style-type: none"> • Memoriais descritivos e manuais de operação com as diretrizes de Operação Ilhada 	
	3.3.2.3 Verificar o nível de segurança que se deseja ter sobre os dados obtidos pela automação.	<ul style="list-style-type: none"> • Um aplicativo de monitoramento de dados foi devidamente instalado para proteção das informações do sistema contra invasores 	

CAPÍTULO 6 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

No contexto dessa dissertação o escopo da resiliência é a adaptação da edificação frente a distúrbios do ambiente em que está inserida. Um projeto que visa construir uma edificação mais resiliente deve ser elaborado de maneira integrada ao contexto tecnológico, ambiental social.

Os cenários utilizados para esta dissertação demonstram que todo o ambiente construído requer adequações construtivas para adaptar-se às mudanças de cenários mundiais e locais que já estão ocorrendo. Projetos elétricos visando à integração das tecnologias de mini e microgeração distribuída, armazenamento de energia elétrica e automação predial são necessárias para que a edificação seja mais resiliente e adeque-se a esses cenários, pois proporcionam ao edifício a autossuficiência de energia elétrica e melhoram a eficiência energética.

Quando implementadas às edificações, as soluções analisadas neste trabalho vão além de manter o funcionamento dos sistemas frente a um evento disruptivo. Elas têm potencial para melhorar a qualidade da edificação, gerar conhecimento e valor agregado. As diretrizes de projeto com integração das tecnologias de engenharia elétrica no design da edificação contribuem não apenas com a autossuficiência elétrica mas também com as estratégias de adaptabilidade e funcionamento da edificação, considerando que o planejamento e construção são partes relevantes no ciclo de vida do edifício. Faz-se necessário assegurar que o comissionamento do projeto seja realizado para que a o edifício mantenha-se funcionando da maneira que foi concebido, garantindo também que estão de acordo com as devidas certificações que receberam.

Para que a geração distribuída a partir de energias renováveis seja implementada com seu maior potencial aos projetos, é preciso fazer uma avaliação junto a especialistas para identificar a tecnologia a ser usada. A utilização de baterias para armazenamento de energia na edificação, dentro de um sistema elétrico conectado à rede mostra potencial não apenas para armazenar energia, mas também fornecer, eventualmente, energia para edificações próximas, no caso de falta de suprimento pela rede. Quando essas soluções são associadas à automação

predial e conectadas à rede de energia elétrica, podem compor um sistema com geração, armazenamento, gerenciamento e otimização do consumo de energia.

Verificou-se que independente da metodologia de projeto utilizada, a integração das tecnologias é melhor aproveitada quanto mais integrado for o processo de projeto. A integração na fase de projeto oferece a oportunidade de absorção de soluções mais eficientes, tornando-o um projeto mais otimizado em relação as oportunidades disponíveis na região.

A ferramenta desenvolvida demonstrou potencial para apoiar tanto profissionais da área de engenharia e arquitetura quanto para demais detentores de interesse. As avaliações feitas pelos especialistas demonstraram que é possível a aplicação dessa ferramenta para que haja maior visão compartilhada e integração da equipe de projeto. Além disso, assim como as tecnologias propostas no trabalho necessitam ser estudadas em um processo de projeto integrado para serem mais bem aproveitadas, outras soluções que fazem parte da concepção da edificação, como suprimento de água potável, fornecimento de alimentos, bem como outros materiais, devem ser integradas durante o processo de projeto visando à maior resiliência da edificação.

As seguintes propostas podem ser identificadas para trabalhos futuros:

- 1) Analisar as edificações que foram projetadas segundo os conceitos de resiliência e edificações que foram projetadas com conceitos de análise de riscos para identificar semelhanças e diferenças frente a determinados cenários;
- 2) Aplicar a ferramenta do Scorecard a projetos novos para validar seu uso em campo;
- 3) Expandir a ferramenta para outras etapas do ciclo de vida da edificação como construção, uso e desativação;
- 4) Elaborar uma versão mais sintética da ferramenta e com uma apresentação mais amigável para o usuário;
- 5) Desenvolver uma ferramenta similar para a construção de um conjunto de edificações, condomínios e bairros mais resilientes.

Por fim, o Scorecard mostrou-se uma ferramenta tanto de comissionamento para o projeto quando de ensino e pesquisa. A aproximação dos profissionais aos requisitos abordados tem a capacidade de impactar positivamente o design do projeto e, conseqüentemente, uma maior resiliência da edificação desde a etapa de projeto.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICA

ABDI; MDIC. A Implantação de Processos BIM. In: **Coletânea Guias BIM ABDI-MDIC**. Brasília, DF: Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial, Ministério da Indústria Comércio Exterior e Serviços, 2017. v. 6p. 36.

ADAMS, P. H.; YOON, S.; DEFLORIO, J. **Resilient by Design: Approaches to Advancing Climate Resilience in the Greater New York City Region** **International Conference on Sustainable Infrastructure 2017**. Reston, VA. American Society of Civil Engineers, 24 out. 2017. Disponível em: <<http://ascelibrary.org/doi/10.1061/9780784481196.029>>. Acesso em: 5 maio. 2020.

AGARWAL, Y. et al. Occupancy-driven energy management for smart building automation. 2010, p. 1–6.

AGESC. **Manual de Escopo de Projetos e Serviços de Automação e Segurança**. 3. ed. São Paulo: Associação Brasileira dos Gestores e Coordenadores de Projeto, 2019.

AGHEMO, C.; BLASO, L.; PELLEGRINO, A. Building automation and control systems: A case study to evaluate the energy and environmental performances of a lighting control system in offices. **Automation in Construction**, v. 43, p. 10–22, 2014.

AHMED, S. H.; KIM, G.; KIM, D. **Cyber Physical System: Architecture, applications and research challenges** **2013 IFIP Wireless Days (WD)**. IEEE, nov. 2013. Disponível em: <<http://ieeexplore.ieee.org/document/6686528/>>

ALVES, J. J. A. Análise regional da energia eólica no Brasil. **Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional**, v. 6, n. 1, p. 165–188, 2010.

ALVES, M. G. **SISTEMA DE GERAÇÃO DISTRIBUÍDA FOTOVOLTAICA COM ACUMULAÇÃO, CONTROLE DA INJEÇÃO DE POTÊNCIAS ATIVA E REATIVA, COM CAPACIDADE DE OPERAÇÃO CONECTADA E ILHADA**. Ilha Solteira: UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO” FACULDADE, 2017.

ANDRADE, R. A. DE; BORGES, M. M.; LIMA, F. T. DE A. **O projeto integrado e o processo de projeto em BIM - aplicação e normas brasileiras. Blucher Design Proceedings.** São Paulo: Editora Blucher, nov. 2017. Disponível em: <<http://www.proceedings.blucher.com.br/article-details/27657>>

ANDRISANO, O. et al. The Need of Multidisciplinary Approaches and Engineering Tools for the Development and Implementation of the Smart City Paradigm. **Proceedings of the IEEE**, v. 106, n. 4, p. 738–760, 1 abr. 2018.

ANEEL. **Atlas de Energia Elétrica do Brasil.** Brasília: ANEEL, 2005. Disponível em: <www.cresesb.cepel.br/atlas_eoli->. Acesso em: 12 abr. 2019

ANEEL. **RESOLUÇÃO NORMATIVA Nº 482, DE 17 DE ABRIL DE 2012 Estabelece.** Brasil: ANEEL, 2012.

ANEEL. **Relatório de Análise: desligamentos forçados do Sistema de Transmissão.** Brasília: ANEEL, 2018.

AP NEWS. **1 Million California Homes , Businesses Could Lose Power As Electricity Demand Rises.** Disponível em: <<https://gvwire.com/2020/08/17/3-3-million-california-homes-could-lose-power-as-electricity-demand-rises/>>. Acesso em: 20 ago. 2020.

ARANHA, C. **Explosão é último golpe no Líbano, que foi oásis de príncipes e princesas.** Disponível em: <<https://exame.com/mundo/o-triste-fim-do-pais-que-foi-o-oasis-de-principes-e-princesas/>>. Acesso em: 20 ago. 2020.

AYRÃO, V. **NBR 16690 – Energia solar fotovoltaica e sua norma,** 2019. Disponível em: <<https://viniciusayrao.com.br/nbr-16690-nova-norma-de-energia-solar/>>

BALCHANOS, M. G. et al. Resilient Autonomous Systems: Life-Cycle Design, Metrics and Simulation-based Assessment. **2018 AIAA Aerospace Sciences Meeting**, n. 210059, 8 jan. 2018.

BELLINI, D. et al. Energia eólica: desenvolvimento de geração de energia sustentável. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v. 8, n. 2, p. 205–223, 11 jan. 2017.

BLUMENSCHNEIN, R. N. **A SUSTENTABILIDADE NA CADEIA PRODUTIVA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO.** Brasília, DF: Universidade de Brasília, 2004.

BP. **Statistical Review of World Energy**. London, UK: British Petroleum, 2020. Disponível em: <<https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2020-full-report.pdf>>

BRAGA, L. C. **VALIDAÇÃO AMPLA DE OPERAÇÃO DE EDIFICAÇÕES**. UFMG, 2013.

BRAGA, L. C.; BRAGA, C. M. P.; BRAGA, A. R. Estudos Preliminares Para Projeto De Automação Predial Com Eficiência Energética. **II Congresso Brasileiro de Eficiência Energética**, p. 6, 2007.

BRASIL. **LEI Nº 12.305, DE 2 DE AGOSTO DE 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências**. Brasília, DF: Diário Oficial da União, 2010.

BRASIL. **Análise da Inserção da Geração Solar na Matriz Elétrica Brasileira**. Rio de Janeiro: EPE, 2012. Disponível em: <<http://www.epe.gov.br>>. Acesso em: 29 mar. 2019

BRASIL. **Potencial dos Recursos Energéticos no Horizonte 2050**. Rio de Janeiro: MME/EPE, 2018. Disponível em: <www.mme.gov.br>

BRASIL. **Anuário Estatístico de Energia Elétrica 2019 - ano base 2018**. Rio de Janeiro: MME/EPE, 2019.

BRASIL; MME; EPE. **O Plano Decenal de Expansão de Energia 2027**. Brasília: MME/EPE, 2018. Disponível em: <http://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/Documents/PDE_2027_aprovado_OFICIAL.pdf>. Acesso em: 10 maio. 2019

BRÍGITTE, G. T. N.; RUSCHEL, R. C. Modelo de informação da construção para o projeto baseado em desempenho: caracterização e processo. **Ambiente Construído**, v. 16, n. 4, p. 9–26, 2016.

BUSBY PERKINS+WILL STANTEC CONSULTING. Roadmap for the Integrated Design Process. **BC Green Building Roundtable**, p. 144, 2007.

CARLO, J. C.; LAMBERTS, R. Parâmetros e métodos adotados no regulamento de etiquetagem da eficiência energética de edifícios-parte 1: método prescritivo Parameters and methods adopted in the energy efficiency regulation for buildings-part 1: prescriptive method. v. 10, n. 2, p. 7–26, 2010.

CECILIO PINTO, A.; JOSÉ SANTOS NETO, P. Uma Revisão do Estado da Arte sobre a Aplicação de Aerogeradores de Pequeno Porte no Contexto das Redes Inteligentes. **Revista Ciências Exatas e Naturais**, v. 14, n. 1, p. 103–132, 2012.

CHENARI, B.; DIAS CARRILHO, J.; GAMEIRO DA SILVA, M. **Towards sustainable, energy-efficient and healthy ventilation strategies in buildings: A review. Renewable and Sustainable Energy Reviews**. Elsevier Ltd, 1 jun. 2016.

CIBSE. **A1279 - Low and Zero Carbon Energy Technologies**. London, UK: CIBSE, 2015.

COLMENAR-SANTOS, A. et al. Distributed generation: A review of factors that can contribute most to achieve a scenario of DG units embedded in the new distribution networks. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 59, p. 1130–1148, jun. 2016.

COOK, T. R. et al. Solar Energy Supply and Storage for the Legacy and Nonlegacy Worlds. **Chemical Reviews**, v. 110, n. 11, p. 6474–6502, 10 nov. 2010.

CORREIA, R. M. DOS S. **Dimensionamento e gestão de sistemas de produção, armazenamento e consumo de electricidade com origem em fontes renováveis**. Viseu: Instituto Politécnico de Viseu, 2012.

COSTELLO, A. et al. Managing the health effects of climate change. **The Lancet**, v. 373, n. 9676, p. 1693–1733, maio 2009.

COWEN, E. L.; WYMAN, P. A. Resilience in children: the nature and the importance of the concept. **Psicologia Escolar e Educacional**, v. 2, n. 3, p. 247–256, 1998.

CREUTZIG, F. et al. The underestimated potential of solar energy to mitigate climate change. **Nature Energy**, v. 2, n. 9, 2017.

CUESTA, M. A.; CASTILLO-CALZADILLA, T.; BORGES, C. E. A critical analysis on hybrid renewable energy modeling tools: An emerging opportunity to include social indicators to optimise systems in small communities. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 122, 1 abr. 2020.

DAVILA, T.; EPSTEIN, M. J.; SHELTON, R. **As Regras da Inovação**. Porto Alegre: Bookman, 2007.

DOBBS, R.; MANYIKA, J.; WOETZEL, J. **The Four Global Forces Breaking All The Trends: No Ordinary Disruption**. 1. ed. Nova York: PublicAffair, 2015.

DUARTE, P. A. DA S. C. **Interface de um Gerador Eólico de Pequena Potência com a Rede Eléctrica**. Braga: Universidade do Minho, 2010.

DURANCE, P.; GODET, M. **Scenario building: Uses and abuses**. 2010.

EASTMAN, C. M. et al. **BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors**. John Wiley & Sons, 2008.

EPE. **Balço Energético Nacional 2019: Ano base 2018**. Rio de Janeiro: EPE, 2019.

FABRICIO, M. M. **Projeto Simultâneo na Construção de Edifícios São Paulo**. São Paulo: University of São Paulo, 2002.

FIGUEIREDO, F. G. DE. **Processo de Projeto Integrado para melhoria do desempenho ambiental de edificações: dois estudos de caso**. Campinas: Universidade Estadual de Campinas, 2009.

FIKSEL, J. **Resilient by Design**. Washington, DC: Island Press/Center for Resource Economics, 2015. v. 56

FOLHA DE S. PAULO. **Tornados deixam feridos, desabrigados e provocam rastro de destruição em Santa Catarina**. Disponível em: <<https://www1.folha.uol.com.br/cotidiano/2020/08/tornados-deixam-feridos-desabrigados-e-provocam-rastro-de-destruicao-em-santa-catarina.shtml>>. Acesso em: 20 ago. 2020.

FRANKFURT SCHOOL-UNEP CENTRE/BNEF. **GLOBAL TRENDS IN RENEWABLE ENERGY INVESTMENT 2019**. Frankfurt. Disponível em: <http://fs-unep-centre.org/fileadmin/user_upload/GTR_2019.pdf>. Acesso em: 2 fev. 2020.

FUCHS, R. D. **Transmissão de energia elétrica: linhas aéreas, volume 2**. 3. ed. Uberlândia: EDUFU, 2015.

G1 DF. **Incêndio em estação da CEB deixa 2,8 mil residências sem energia no DF.** Disponível em: <<https://g1.globo.com/df/distrito-federal/noticia/2019/08/23/incendio-em-estacao-da-ceb-deixa-28-mil-residencias-sem-energia-em-brasilia.ghtml>>. Acesso em: 20 ago. 2020a.

G1 DF. **Queda de raio provoca incêndio em subestação da CEB, no DF.** Disponível em: <<https://g1.globo.com/df/distrito-federal/noticia/2019/11/16/queda-de-raio-provoca-incendio-em-subestacao-da-ceb-no-df.ghtml>>. Acesso em: 20 ago. 2020b.

G1 DF. **Apagão deixa 101 mil imóveis sem energia em três regiões do DF.** Disponível em: <<https://g1.globo.com/df/distrito-federal/noticia/2020/07/07/apagao-deixa-101-mil-imoveis-sem-energia-em-tres-regioes-do-df.ghtml>>. Acesso em: 20 ago. 2020.

G1 SC. **Tornado atinge 200 casas e deixa três feridos em Ponte Serrada, SC.** Disponível em: <<http://g1.globo.com/sc/santa-catarina/noticia/2015/04/tornado-atinge-200-casas-e-deixa-tres-feridos-em-ponte-serrada-sc.html>>. Acesso em: 20 ago. 2020.

GALLOPIN, G. et al. **Branch Points: Global Scenarios and Human Choice.** Stockholm Environment Institute, 1997.

GALLOPÍN, G. C. **Planning for resilience: Scenarios, surprises, and branch points. Panarchy. Understanding Transformation in Human and Natural Systems.** Washington, DC: Island Press, 2002.

GALLUCCI, M. **Puerto Rico Goes Dark (Again) as Earthquakes Rattle Island.** Disponível em: <<https://spectrum.ieee.org/energywise/energy/environment/puerto-rico-earthquake-power-outages-prepa-news>>. Acesso em: 20 ago. 2020.

GARCEZ, C. A. G. **Políticas de geração distribuída e sustentabilidade do sistema elétrico.** Brasília: Universidade de Brasília, UnB, 2015.

GUSBERTI, T. D. H. et al. Gestão baseada em capacidades para novas empresas de base tecnológica: framework para Gestão do Processo de Conversão de Tecnologias. **Gestão & Produção**, v. 22, n. 4, p. 920–934, 9 out. 2015.

HOLLING, C. S. Resilience and Stability of Ecological Systems. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 4, n. 1, p. 1–23, nov. 1973.

HONG, T. et al. Advances in research and applications of energy-related occupant behavior in buildings. **Energy & Buildings**, v. 116, p. 694–702, 2016.

IET. **Electrical Energy Storage: an introduction**. London, UK: The Institution of Engineering and Technology, 2016. Disponível em: <www.theiet.org>. Acesso em: 16 jan. 2020.

IPCC. **Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change**. Geneva, Switzerland: World Meteorological Organization, 2018.

IRENA. **Global energy transformation: a roadmap to 2050**. Abu Dhabi: International Renewable Energy Agency, 2018. Disponível em: <www.irena.org/publications>

ISLAM, S. M. R. et al. The internet of things for health care: A comprehensive survey. **IEEE Access**, v. 3, p. 678–708, 2015.

JACKSON, S.; COOK, S. C.; FERRIS, T. L. J. Towards a Method to Describe Resilience to Assist System Specification. **INCOSE International Symposium**, v. 25, n. 1, p. 553–566, out. 2015.

JANDA, K. B. Buildings don't use energy: people do. **Architectural Science Review**, v. 54, n. 1, p. 15–22, 9 fev. 2011.

JENNINGS, B. J.; VUGRIN, E. D.; BELASICH, D. K. Resilience certification for commercial buildings: a study of stakeholder perspectives. **Environment Systems and Decisions**, v. 33, n. 2, p. 184–194, 13 jun. 2013.

JOHANSEN, C.; HORNEY, J.; TIEN, I. Metrics for Evaluating and Improving Community Resilience. **Journal of Infrastructure Systems**, v. 23, n. 2, p. 04016032, jun. 2017.

JU, C.; NING, Y.; PAN, W. A review of interdependence of sustainable building. **Environmental Impact Assessment Review**, v. 56, p. 120–127, jan. 2016.

KALMÁR, F. An indoor environment evaluation by gender and age using an advanced personalized ventilation system. **Building Services Engineering Research and Technology**, v. 38, n. 5, p. 505–521, 1 set. 2017.

KAPLAN, R.; NORTON, D. P. **A Estratégia em Ação - Balanced Scorecard**. Rio de Janeiro: Elsevier, 1997.

KAPLAN, R. S.; NORTON, D. P. **Organização orientada para a estratégia: como as empresas que adotam o balanced scorecard prosperam no novo ambiente de negócios**. Gulf Professional Publishing, 2000.

KERZNER, H. R. **Gerenciamento de Projetos - Uma Abordagem Sistêmica para Planejamento, Programação e Controle**. 2. ed. Blucher, 2015.

KHOSHBAKHT, M. et al. **Are green buildings more satisfactory? A review of global evidence***Habitat International*. Elsevier Ltd, 1 abr. 2018.

KLEIN, L. et al. Coordinating occupant behavior for building energy and comfort management using multi-agent systems. **Automation in Construction**, v. 22, p. 525–536, 2012.

KYRIAKOPOULOS, G. L.; ARABATZIS, G. **Electrical energy storage systems in electricity generation: Energy policies, innovative technologies, and regulatory regimes***Renewable and Sustainable Energy Reviews*. Elsevier Ltd, 1 abr. 2016.

LAMBERTS, R.; DUTRA, L.; PEREIRA, F. O. R. **Eficiência Energética na Arquitetura**. 3. ed. São Paulo: ELETROBRAS/PROCEL, 2014.

LEE, D.; CHENG, C. C. **Energy savings by energy management systems: A review**. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. Elsevier Ltd, 1 abr. 2016.

LI, S.; XU, L. DA; ZHAO, S. The internet of things: a survey. **Information Systems Frontiers**, v. 17, n. 2, p. 243–259, 2015.

LIN, J. et al. A Survey on Internet of Things: Architecture, Enabling Technologies, Security and Privacy, and Applications. **IEEE Internet of Things Journal**, v. 4, n. 5, p. 1125–1142, 1 out. 2017.

LÖHNERT, G.; DALKOWSKI, A.; SUTTER, W. Integrated Design Process: a guideline for sustainable and solar-optimised building design. **Berlín: IEA International Energy Agency**, n. April, 2003.

LOVELOCK, J. **The Vanishing Face of Gaia**. Nova York: Basic Books, 2009.

MACHADO, C. T.; MIRANDA, F. S. Photovoltaic Solar Energy: A Briefly Review. **Revista Virtual de Química**, v. 7, n. 1, p. 126–143, 2015.

MANUEL, J. et al. **Building automation interoperability - A review IWSSIP 2010-17th International Conference on Systems, Signals and Image Processing Building automation interoperability - A review**. Disponível em: <<https://www.researchgate.net/publication/229000430>>.

MANZIONE, L. **Proposição de uma estrutura conceitual de gestão do processo de projeto colaborativo com o uso do BIM**. São Paulo: Universidade de São Paulo, 18 jun. 2013.

MASTEN, A. S.; BEST, K. M.; GARMEZY, N. Resilience and development: Contributions from the study of children who overcome adversity. **Development and Psychopathology**, v. 2, n. 4, p. 425–444, 31 out. 1990.

MATHUROS, F. **Major Push to End the Hidden Human Toll and Pollution behind Smartphone and Electric Car Batteries**World Economic Forum. World Economic Forum, 2017. Disponível em: <<https://www.weforum.org/press/2017/09/major-push-to-end-the-hidden-human-toll-and-pollution-behind-smartphone-and-electric-car-batteries/>>. Acesso em: 28 jan. 2020.

MAULA, H. et al. The effect of slightly warm temperature on work performance and comfort in open-plan offices - a laboratory study. **Indoor Air**, v. 26, n. 2, p. 286–297, 1 abr. 2016.

MEIER, A.; OLOFSSON, T.; LAMBERTS, R. What Is an Energy-Efficient Building? **ENTAC 2002 - IX Meeting of technology in the built environment**, p. 10, 2002.

MELHADO, S. **Coordenação de projetos de edificações**. Nome da Rosa, 2005.

MENDES, T. DE A. **Desenvolvimento Sustentável, Política e Gestão da Mudança Global do Clima: sinergias e contradições brasileiras**. Universidade de Brasília, UnB, 2014.

MICHAELIDES, E. E. **Alternative Energy Sources**. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2012.

MME; EPE. **Atlas da Eficiência Energética Brasil 2019**. Brasil. Disponível em: <<http://www.epe.gov.br>>.

MOD. **Global Strategic Trends The Future Starts Today**. Reino Unido: Ministry of Defence, 2018. Disponível em: <www.gov.uk/mod/dcdc>. Acesso em: 2 fev. 2020.

MONZONI, M.; VENDRAMINI, A. Edificações sustentáveis e eficiência energética. **Centro de Estudos em Sustentabilidade da Fundação Getúlio Vargas**, p. 52, 2017.

MOSCARDINI, T.; KLEIN, A. Z. Estratégias de educação corporativa e suas relações com os diferentes níveis de aprendizagem organizacional. **Revista de Administração da UFSM**, v. 8, n. 1, p. 89, 2015.

NASCIMENTO, R. L. **Energia solar no Brasil: situação e perspectivas** Estudo Técnico **Câmara dos Deputados**. Brasília: Câmara dos Deputados, Consultoria Legislativa, 2017. Disponível em: <[file:///C:/Users/gmols/Downloads/energia_solar_limp \(2\).pdf](file:///C:/Users/gmols/Downloads/energia_solar_limp%20(2).pdf)>

NEGENDAHL, K. **Building performance simulation in the early design stage: An introduction to integrated dynamic models** **Automation in Construction**. Elsevier B.V., 2015.

OLIVEIRA, D. P. R. **Administração de projetos: melhores práticas para otimizar resultados**. São Paulo: Atlas, 2013.

OLIVEIRA, A. L. P. DE. **A Eficiência Ambiental nas Edificações: Fundamentos e estratégias para a elaboração do projeto arquitetônico a partir do uso racional de energia elétrica e água**. Belo Horizonte: UFMG, 2005.

OLIVEIRA, O. J.; MELHADO, S. B. **Como administrar empresas de projeto de arquitetura e engenharia civil**. São Paulo: Pini, 2006.

ONU. **Objetivos do desenvolvimento sustentável**. Nova York: Nações Unidas Brasil, 2015. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/pos2015/agenda2030/>>

ORFF, K. **UNMAKING THE LANDSCAPE**. John Wiley & Sons, 2020.

OWUSU, P. A.; ASUMADU-SARKODIE, S. A review of renewable energy sources, sustainability issues and climate change mitigation. **Cogent Engineering**, v. 3, n. 1, 4 abr. 2016.

PAIM, R. et al. **Gestão de Processos: Pensar, Agir e Aprender**. 1. ed. Bookman, 2009.

PALENSKY, P.; DIETRICH, D. Demand side management: Demand response, intelligent energy systems, and smart loads. **IEEE Transactions on Industrial Informatics**, v. 7, n. 3, p. 381–388, 2011.

PARK, J. et al. Integrating Risk and Resilience Approaches to Catastrophe Management in Engineering Systems. **Risk Analysis**, v. 33, n. 3, p. 356–367, mar. 2013.

PENG, J. et al. Comparative study of the thermal and power performances of a semi-transparent photovoltaic façade under different ventilation modes. **Applied Energy**, v. 138, p. 572–583, 5 jan. 2015.

PEREIRA, F. A. DE S.; OLIVEIRA, M. Â. S. DE. **Curso Técnico Instalador de Energia Solar Fotovoltaica**. 2. ed. Porto: Publindústria, 2015.

PHILLIPS, R. et al. Do resilient and sustainable design strategies conflict in commercial buildings? A critical analysis of existing resilient building frameworks and their sustainability implications. **Energy and Buildings**, v. 146, p. 295–311, 1 jul. 2017.

PMI. **Um Guia do Conhecimento em Gerenciamento de Projetos (Guia PMBOK)**. 6. ed. Pensilvânia: Project Management Institute, Inc., 2017.

PORTO, G. et al. **Gestão da Inovação e Empreendedorismo**. Elsevier, 2013.

RAM, M. et al. **GLOBAL ENERGY SYSTEM BASED ON 100% RENEWABLE ENERGY-POWER SECTOR**. Lappeenranta: .

RDI. **The Resilient Design Principles**. Disponível em: <<https://www.resilientdesign.org/the-resilient-design-principles/>>. Acesso em: 11 maio. 2019.

RESILIENTCITY.ORG. **Resilient Design Principles**. Disponível em: <<https://www.resilientcity.org/index.cfm?id=11929>>. Acesso em: 15 jan. 2020.

SANTOS, E. T.; CATELANI, W. S. Normas brasileiras sobre BIM – parte 2: componentes BIM. **Concreto & Construções**, v. 44, n. 85, p. 55–59, 2017.

SOBOTKA, B.; BRUDERMÜLLER, M. **Batteries can power sustainable development. Here's how**. Disponível em: <<https://www.weforum.org/agenda/2019/01/batteries-can-power-sustainable-development-heres-how/>>. Acesso em: 22 jan. 2020.

SOMMERVILLE, I. **Software engineering**. 10. ed. Harlow: Pearson, 2016.

STEEL, C. **Code of Practice for Building Automation and Control Systems**. London, UK: The Institution of Engineering and Technology, 2019.

SUCCAR, B. Building information modelling framework: A research and delivery foundation for industry stakeholders. **Automation in Construction**, v. 18, n. 3, p. 357–375, maio 2009.

SUMATHI, S.; ASHOK KUMAR, L.; SUREKHA, P. **Solar PV and Wind Energy Conversion Systems**. Cham: Springer International Publishing, 2015.

THE WHITE HOUSE. **Presidential Policy Directive -- Critical Infrastructure Security and Resilience**. Disponível em: <<https://obamawhitehouse.archives.gov/the-press-office/2013/02/12/presidential-policy-directive-critical-infrastructure-security-and-resil>>.

Acesso em: 29 jan. 2020.

TIDD, J.; BESSANT, J.; PAVITT, K. **Gestão da inovação**. 3. ed. Bookman, 2008.

TIEN, I. Resilient by design: the case for increasing resilience of buildings and their linked food-energy-water systems. **Elem Sci Anth**, v. 6, n. 1, p. 18, 21 fev. 2018.

TOUMA, A. AL; OUAHRANI, D. Shading and day-lighting controls energy savings in offices with fully-Glazed façades in hot climates. **Energy and Buildings**, v. 151, p. 263–274, 15 set. 2017.

TRAUTWINE, J. C. **The Civil Engineer's Pocket-book**. 18. ed. Nova York: John Wiley and Sons, 1907.

ULBRICH, G. **Brasileiros criam mini-hidrelétrica que permite gerar energia elétrica em casa** **ArchDaily Brasil**: ArchDaily Brasil, 2018. Disponível em: <<https://www.archdaily.com.br/br/901618/brasileiros-criam-mini-hidreletrica-que-permite-gerar-energia-eletrica-em-casa>>. Acesso em: 21 dez. 2019

VASALLO, M. J.; BRAVO, J. M.; ANDÚJAR, J. M. Optimal sizing for UPS systems based on batteries and/or fuel cell. **Applied Energy**, v. 105, p. 170–181, 2013.

WANG, N. et al. A marketable all-electric solar house: A report of a Solar Decathlon project. **Renewable Energy**, v. 34, n. 12, p. 2860–2871, dez. 2009.

WANG, S.; MA, Z. Supervisory and optimal control of building HVAC systems: A review. **HVAC and R Research**, v. 14, n. 1, p. 3–32, 2008.

WEC. **World Energy Scenarios 2016 - The Grand Transition**. Londres: World Energy Council 2016, 2016. Disponível em: <www.worldenergy.org>.

WEC. **World Energy Issues Monitor 2018 - Perspectives on The Grand Energy Transition**. Londres: World Energy Council 2020, 2018. Disponível em: <www.worldenergy.org>. Acesso em: 12 abr. 2019.

WEC. **Five Steps to Energy Storage - Innovation Insights Brief 2020**. Londres: World Energy Council 2020, 2020. Disponível em: <www.worldenergy.org>. Acesso em: 28 jan. 2020.

WEF. **Top 10 Emerging Technologies 2019** Geneva, Switzerland World Economic Forum, 2019a. Disponível em: <www.weforum.org>. Acesso em: 12 jan. 2020

WEF. **A Vision for a Sustainable Battery Value Chain in 2030 - Unlocking the Full Potential to Power Sustainable Development and Climate Change**. Switzerland: World Economic Forum, 2019b. Disponível em: <www.weforum.org>

WEF; BCG. **Shaping the Future of Construction - Future Scenarios and Implications for the Industry**. Coligny. Disponível em: <<http://www.futureofconstruction.org/>>. Acesso em: 31 maio. 2020.

WHITMORE, A.; AGARWAL, A.; DA XU, L. The Internet of Things—A survey of topics and trends. **Information Systems Frontiers**, v. 17, n. 2, p. 261–274, 2015.

WINTER, M.; BRODD, R. J. What Are Batteries, Fuel Cells, and Supercapacitors? v. 104, p. 4245–4269, 2004.

XIE, X.; GOU, Z. BUILDING PERFORMANCE SIMULATION AS AN EARLY INTERVENTION OR LATE VERIFICATION IN ARCHITECTURAL DESIGN: SAME PERFORMANCE OUTCOME BUT DIFFERENT DESIGN SOLUTIONS. **Journal of Green Building**, v. 12, n. 1, p. 45–61, jan. 2017.

YEANG, K. **The Green Skyscraper: The Basis for Designing Sustainable Intensive Buildings**. Universidade de Michigan: Prestel, 1999.

YU, Z. et al. A systematic procedure to study the influence of occupant behavior on building energy consumption. **Energy and Buildings**, v. 43, p. 1409–1417, 2011.

YUAN, Y.; YUAN, J. The theory and framework of integration design of building consumption efficiency based on BIM. **Procedia Engineering**, v. 15, p. 5323–5327, 2011.

ZHANG, W. J.; LIN, Y. On the principle of design of resilient systems – application to enterprise information systems. **Enterprise Information Systems**, v. 4, n. 2, p. 99–110, maio 2010.

ZHOU, B. et al. **Smart home energy management systems: Concept, configurations, and scheduling strategies** *Renewable and Sustainable Energy Reviews* Elsevier Ltd, 1 ago. 2016.

ZUCKER, G.; FERHATBEGOVIC, T.; BRUCKNER, D. Building automation for increased energy efficiency in buildings. **IEEE International Symposium on Industrial Electronics**, p. 1191–1196, 2012.

APÊNDICE A- Primeiro Scorecard Emitido com validação do Especialistas

8.1. Especialista 2

Categoria 1: Micro minigeração e		AVALIAÇÃO ESPECIALISTAS							
Princípio	Critério	Descrição	Indicadores	Referências	pertinência das informações	alinhamento dos princípios, critérios, indicadores e referência aos temas	Suficiência dos indicadores	Indicações de referências bibliográficas	Considerações e sugestões
1.1 Conexões da rede de energia	1.1.1 Conexão à Rede elétrica externa	1.1.1.1 Garantir que o projeto tenha conexão com sistema de distribuição/transmissão de energia elétrica local.	<ul style="list-style-type: none"> Contrato com as concessionárias; <p>OU</p> <ul style="list-style-type: none"> Projeto elétrico de conexão aprovado de acordo com as normas técnicas da concessionária; 	Resolução Normativa ANEEL nº 482/2012 Normas Técnicas da Concessionária Local					Se for uma instalação NZ ou com suficiência em energia, pode ser que não seja um ponto crucial
	1.1.2 Estrutura da Rede elétrica interna	1.1.2.1 Garantir que o projeto elétrico da edificação possua toda estrutura necessária para funcionar com um sistema elétrico isolado da rede de energia elétrica local	<p>OU</p> <ul style="list-style-type: none"> Memorial descritivo das instalações elétricas descrevendo que o edifício é autossuficiente; <p>OU</p> <ul style="list-style-type: none"> Memorial de cálculo específico equalizando o consumo com a produção de energia elétrica; <p>OU</p> <ul style="list-style-type: none"> Relatório do consumo, a partir de simulação por software, demonstrando que o consumo é suprido pela produção local. <p>OU</p> <ul style="list-style-type: none"> Documento oriundo de uma certificação para construções qualificada atestando que o edifício é energeticamente autossuficiente; Ver item 3.1.2 	Certificação LIVING BUILDING CHALLENGE 4.0 EPA On-Site Renewable Energy Generation – Cap.06 Strategies for Effective Project Implementation	pertinência das informações	alinhamento dos princípios, critérios, indicadores e referência aos temas	Suficiência dos indicadores	Indicações de referências bibliográficas	Considerações e sugestões
	1.1.2.2 Garantir que a fonte de energia elétrica esteja localizada na própria edificação ou em local estratégico onde se possa manter controle local da manutenção	<ul style="list-style-type: none"> Indicação no projeto das conexões da fonte de energia elétrica com a unidade consumidora; 	N/A	pertinência das informações	alinhamento dos princípios, critérios, indicadores e referência aos temas	Suficiência dos indicadores	Indicações de referências bibliográficas	Considerações e sugestões	

			<p>OU</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mapa de implantação da unidade de geração de energia elétrica, demonstrando que a mesma se encontra no local do consumo ou de fácil acesso em caso de necessidade de manutenção 						Não tem essa necessidade
1.2 Geração de energia elétrica	1.2.1 Minimização dos Impactos ambientais e sociais da(s) geração(ões) de energia elétrica	1.2.1.1 Optar pela fonte de energia renovável e adequar o planejamento, o projeto e a vida útil de todo equipamento envolvido para evitar e/ou minimizar os impactos decorrentes da utilização	<ul style="list-style-type: none"> • Documento de adesão à padrões nacionais e internacionais de boas práticas; <p>OU</p> <ul style="list-style-type: none"> • Certificado ISO 14001; <p>OU</p> <ul style="list-style-type: none"> • Créditos do Certificado do BREAM INC 2016 - Man 03 Responsible construction practices; <p>OU</p> <ul style="list-style-type: none"> • Relatório de avaliação de impactos; <p>E</p> <p>Relatório de avaliação dos impactos ambientais e sociais, contendo recomendações para a evitar e/ou minimizar os impactos identificados, aprimoramento e operação sustentável a longo prazo da edificação e a definição de medidas de implementação de alto, médio e baixo impacto;</p>	Manual BREEAM 2019; Certificação LIVING BUILDING CHALLE NGE 4.0	pertinência das informações	alinhamento dos princípios, critérios, indicadores e referência aos temas	Suficiência dos indicadores	Indicações de referências bibliográficas	Considerações e sugestões
		1.2.1.2 Garantir que o equipamento escolhido, tal como as peças para uso e manutenção, possa ser encontrado na região do local de instalação, a fim de reduzir a pegada de carbono da obra.	<ul style="list-style-type: none"> • Contrato de fornecimento das tecnologias e materiais com fornecedor dentro de um raio de 500 Km (a menos que não esteja disponível, ver <u>nota 1</u>); <p>OU</p> <ul style="list-style-type: none"> • Comprovantes de compras evidenciando que a origem dos equipamentos está a uma distância igual ou menor que 500km da obra. <p>Ver item 1.2.2.1</p> <p><i>Nota 1: Caso não possa ser encontrado o equipamento no local do consumo ou o equipamento disponível não satisfaça o projeto, deve-se demonstrar o plano de manutenção preventiva e corretiva para minimizar o transporte em situações críticas</i></p>						Uma boa referência são os créditos regionais para o LEED, mas para tecnologia de geração, acho difícil conseguir isso próximo. Garantir a manutenção é um ponto importante. E a certificação Procel dos produtos.
		1.2.3.1 Garantir o fornecimento de equipamentos e peças certificadas e de origem responsável	<ul style="list-style-type: none"> • Certificado de fornecimento responsável. 						comentado no anterior
	1.2.3 Seleção da Tecnologia	1.2.3.2 Garantir que na escolha da tecnologia, sejam levadas em consideração a eficiência de conversão da energia primária e a maturidade da tecnologia no mercado. Ver item 4.1	<ul style="list-style-type: none"> • Relatório de pesquisa de mercado apontando as tecnologias disponíveis e evidenciando vantagens e desvantagens; <p>E</p>		pertinência das informações	alinhamento dos princípios, critérios, indicadores e referência aos temas	Suficiência dos indicadores	Indicações de referências bibliográficas	Considerações e sugestões

		Documento, como quadro comparativo ou relatório, que evidencia os estudos que direcionaram a escolha da tecnologia escolhida; OU • Selo de eficiência energética dos equipamentos escolhidos;						Muitas vezes trazer uma tecnologia nova, pode ser benéfico, como o uso de otimizadores, por exemplo.	
	1.2.3.3 Garantir que a mão de obra a disposição seja adequada para construção e instalação do equipamento escolhido.	• Certificação de treinamento e capacitação da equipe responsável pela instalação e construção; OU • Registro técnico da qualificação dos profissionais de instalação; OU • Contrato com empresas de instalação e manutenção qualificadas;						A expertise da empresa, acredito que conte mais do que do profissional.	
	1.2.3.4 Buscar melhor potencial de geração de energia elétrica para garantir a escolha adequada da fonte de energia renovável de geração de acordo com a disponibilidade na região a ser construída a edificação.	• Relatório do estudo do potencial energético das fontes renováveis disponíveis na região; OU • Documento que evidencia a escolha estratégica da fonte renovável com potencial mais favorável para geração de energia elétrica; Ver itens 1.2.1; 1.2.3			pertinência das informações	alinhamento dos princípios, critérios, indicadores e referência aos temas	Suficiência dos indicadores	Indicações de referências bibliográficas	Considerações e sugestões
								Para o Mercado Livre sim, mas para micro geração, não entendo como ponto de atenção.	
1.2.4 Dimensionamentos	1.2.4.1 Dimensionar os sistemas elétricos (cabos, conexões, equipamentos, proteção, quadros) de acordo com as normas e padrões nacionais e internacionais a fim de assegurar o funcionamento adequado e garantir a segurança da operação do sistema. Ver item 1.3	• Memória de cálculo do projeto comprovando o correto dimensionamento do sistema desde a geração até a distribuição; OU • Simulação por software do dimensionamento feito	ABNT NBR 5410:2004 Versão Corrigida:2008		pertinência das informações	alinhamento dos princípios, critérios, indicadores e referência aos temas	Suficiência dos indicadores	Indicações de referências bibliográficas	Considerações e sugestões
Ver item 1.2.5.2	1.2.4.2 Dimensionar da central de geração de acordo com normas e padrões nacionais e internacionais a fim de assegurar o fornecimento contínuo de energia elétrica e garantir a segurança do funcionamento do sistema	• Memória de cálculo do projeto comprovando o correto dimensionamento do sistema de geração; OU • Simulação por software do dimensionamento feito	Normas Técnicas da Concessionária Local						Este ponto deve ser observado no executivo, se não for, não tem aprovação da concessionária. Não tem relevância. É um ponto natural.

		1.2.4.3 Garantir o dimensionamento adequado do espaço físico onde todo equipamento vai ser instalado e por onde a fiação passará visando a segurança na operação, manutenção e funcionalidade do sistema	<ul style="list-style-type: none"> Projeto elétrico que identifique o espaço necessário para o adequado funcionamento dos equipamentos do sistema elétrico; 						Estará no estudo de viabilidade
1.2.5 Minimização de Custos		1.2.5.1 Garantir que todo o sistema elétrico (geração, transmissão, proteção) seja construído e operado levando em consideração o menor custo de implantação e manutenção.	<ul style="list-style-type: none"> Orçamento com empresas especializadas para identificação da média de preços trabalhos no mercado; <p>OU</p> <ul style="list-style-type: none"> Dimensionamento preciso para evitar desperdícios com superdimensionamento de materiais; <p>OU</p> <ul style="list-style-type: none"> Estudo comparativo dos custos das fontes energéticas; <p>E</p> <p>Ata de reunião feita para deliberação das propostas</p>		pertinência das informações	alinhamento dos princípios, critérios, indicadores e referência aos temas	Suficiência dos indicadores	Indicações de referências bibliográficas	Considerações e sugestões
		1.2.5.2 Garantir que o dimensionamento seja baseado no consumo pertinente à edificação e evitar superdimensionamento Fazer link com item 1.2.4	<ul style="list-style-type: none"> Relatório de estudo da revisão elétrica total para avaliar equilíbrio de cargas na edificação 						
1.2.6 Metas para Consumo		1.2.6.1 Garantir que haja uma meta para uso de energia nos departamentos e/ou ambientes específicos	<ul style="list-style-type: none"> Documento de estudo de previsão de carga de cada ambiente e/ou departamento separado e previsão de um submonitoramento de energia acessível aos usuários; 						Pode ser atrelado ao contrato de performance
		1.2.6.2 Garantir que a energia excedente seja usada para créditos de compensação.	<ul style="list-style-type: none"> Relatório de produção e consumo gerado pelo banco de dados proveniente do controle de geração e consumo de energia elétrica. <p>OU</p> <ul style="list-style-type: none"> Histórico da fatura detalhada do consumo de energia elétrica demonstrando que houve compensação e crédito por injetar de energia na rede 						Isso é automático, desde que a rede da concessionária suporte. Há regiões em Brasília, por exemplo, que não suportam a injeção dessa energia excedente.
1.3 Segurança na operação do sistema	1.3.1 Projeto de Aterramento	1.3.1.1 Garantir que seja desenvolvido o projeto de aterramento para proteção dos sistemas da edificação	<ul style="list-style-type: none"> Memorial descritivo do projeto com detalhes dos cálculos e estudos para o projeto; 	ABNT NBR 5410:2004 Versão Corrigida:2008	pertinência das informações	alinhamento dos princípios, critérios, indicadores e referência aos temas	Suficiência dos indicadores	Indicações de referências bibliográficas	Considerações e sugestões

			<p>OU</p> <ul style="list-style-type: none"> Projeto elétrico mostrando detalhamento de segurança; <p>OU</p> <ul style="list-style-type: none"> Projeto de instalações de SPDA (Sistema de proteção contra descargas atmosféricas); 						
1.3.2 Dispositivos de segurança	1.3.2.1 Garantir que há dispositivos de segurança adequados para o tipo de instalação feita								
1.3.3 Diversificação de fontes de energia elétrica;	1.3.3.1 Garantir que a energia elétrica não é dependente de apenas uma fonte de geração, para assegurar a resiliência e o fornecimento sem interrupções.		<ul style="list-style-type: none"> Caderno de encargos do projeto de instalações elétricas apontando quais são as fontes de energia elétrica da edificação e que há mais de uma fonte de energia (ex. fotovoltaica, eólica) 						
1.3.4 Fornecimento seguro de equipamentos e peças para uso e manutenção	1.3.4.1 Garantir que o equipamento escolhido, tal como as peças para uso e manutenção, possa ser encontrado na região do local de instalação	<ul style="list-style-type: none"> Contrato de fornecimento das tecnologias e materiais com fornecedor dentro de um raio de 500 Km (a menos que não esteja disponível, ver <u>nota 1</u>) <p>OU</p> <ul style="list-style-type: none"> Comprovantes de compras evidenciando que a origem dos equipamentos está a uma distância igual ou menor que 500km da obra. <p>Ver item 1.2.2.1</p> <ul style="list-style-type: none"> <i>Nota 1: Caso não possa ser encontrado o equipamento no local do consumo ou o equipamento disponível não satisfaça o projeto, deve-se demonstrar o plano de manutenção preventiva e corretiva para minimizar o transporte em situações críticas</i> 		pertinência das informações	alinhamento dos princípios, critérios, indicadores e referência aos temas	Suficiência dos indicadores	Indicações de referências bibliográficas	Considerações e sugestões	
Categoria 2: Armazenamento									
Princípio	Critério	Descrição	Indicadores	Referências	pertinência das informações	alinhamento dos princípios, critérios, indicadores e referência aos temas	Suficiência dos indicadores	Indicações de referências bibliográficas	Considerações e sugestões
2.1 Planejamento para o armazenamento	2.1.1 Autossuficiência no armazenamento de energia elétrica Ver item 1.2.4	2.1.1.1 Garantir que o projeto foi calculado para ser totalmente autossuficiente com relação ao uso de energia elétrica	<ul style="list-style-type: none"> Memorial descritivo das instalações elétricas descrevendo que o edifício é autossuficiente; <p>OU</p> <ul style="list-style-type: none"> Memorial de cálculo específico equalizando o consumo com a produção de energia elétrica; <p>OU</p>	-					Acredito que essa tecnologia ainda não tem viabilidade econômica, dependendo do projeto é um pré-requisito. Acredito que posso ser simplificado.

		<ul style="list-style-type: none"> Relatório do consumo, a partir de simulação por software, demonstrando que o consumo é suprido pela produção local. <p>OU</p> <ul style="list-style-type: none"> Documento oriundo de uma certificação para construções qualificada atestando que o edifício é energeticamente autossuficiente; <p>Ver item 3.1.2</p>							
	2.1.1.2 Garantir que a capacidade de armazenamento de energia elétrica foi devidamente calculada	<ul style="list-style-type: none"> Memorial de cálculo do projeto comprovando o correto dimensionamento do sistema do armazenamento de energia elétrica. <p>OU</p> <ul style="list-style-type: none"> Simulação por software do consumo e uso da energia elétrica estocada 			pertinência das informações	alinhamento dos princípios, critérios, indicadores e referência aos temas	Suficiência dos indicadores	Indicações de referências bibliográficas	Considerações e sugestões
2.1.2 Escolha da Tecnologia	2.1.2.1 Garantir que a tecnologia empregada na edificação seja a mais efetiva para a necessidade desejada na edificação	<ul style="list-style-type: none"> Resultados de cálculos e simulações de uso de diferentes tipos de armazenamento de energia elétrica, demonstrando as vantagens de cada esquema de armazenamento; <p>OU</p> <ul style="list-style-type: none"> Quadro comparativo apresentando as tecnologias consideradas para o projeto com suas vantagens e desvantagens 			pertinência das informações	alinhamento dos princípios, critérios, indicadores e referência aos temas	Suficiência dos indicadores	Indicações de referências bibliográficas	Considerações e sugestões
2.1.3 Critério de Dimensionamentos	2.1.3.1 Dimensionar os sistemas elétricos (cabos, conexões, equipamentos, proteção, quadros) de acordo com as normas e padrões nacionais e internacionais a fim de assegurar o funcionamento adequado e garantir a segurança da operação do sistema.	<ul style="list-style-type: none"> Memória de cálculo do projeto comprovando o correto dimensionamento do sistema de armazenamento; <p>OU</p> <ul style="list-style-type: none"> Simulação por software do dimensionamento feito 			pertinência das informações	alinhamento dos princípios, critérios, indicadores e referência aos temas	Suficiência dos indicadores	Indicações de referências bibliográficas	Considerações e sugestões
	2.1.3.2 Dimensionar a central de armazenamento de acordo com normas e padrões nacionais e internacionais a fim de assegurar o fornecimento contínuo de energia elétrica e garantir a segurança do funcionamento do sistema	<ul style="list-style-type: none"> Memória de cálculo do projeto comprovando o correto dimensionamento da central de armazenamento; de energia elétrica; <p>OU</p> <ul style="list-style-type: none"> Simulação por software do dimensionamento feito 							
	2.1.3.3 Garantir o dimensionamento adequado do espaço físico onde todo	<ul style="list-style-type: none"> Projeto elétrico que identifique o espaço necessário para o adequado funcionamento dos equipamentos do sistema elétrico <p>Obs.: fazer link com o item de segurança</p>							

		equipamento vai ser instalado e por onde os eletrodutos irão passar visando a segurança na operação, manutenção e funcionalidade do sistema							
	2.1.4 Minimização de Custo	2.1.4.1 Garantir que todo o sistema elétrico seja construído, e operado levando em consideração o melhor custo/benefício.	<ul style="list-style-type: none"> Orçamento com empresas especializadas para identificação da média de preços trabalhos no mercado; OU Dimensionamento preciso para evitar desperdícios com superdimensionamento de materiais 		pertinência das informações	alinhamento dos princípios, critérios, indicadores e referência aos temas	Suficiência dos indicadores	Indicações de referências bibliográficas	Considerações e sugestões
	2.1.5 Monitoramento e supervisão do sistema	2.1.5.1 Garantir que haja mecanismos para monitorar o nível de energia do armazenamento proposto e o controle do processo de carga e descarga de energia	<ul style="list-style-type: none"> Plano de monitoramento dos níveis de energia apontando o sistema que fará o controle do funcionamento; <p>Fazer link com 3. Automação</p>		pertinência das informações	alinhamento dos princípios, critérios, indicadores e referência aos temas	Suficiência dos indicadores	Indicações de referências bibliográficas	Considerações e sugestões
2.2 Segurança de operação do sistema	2.2.1 Proteção dos sistemas elétricos da edificação	2.2.1.1 Garantir que seja desenvolvido o projeto de aterramento para proteção dos sistemas de armazenamento de energia elétrica da edificação	<ul style="list-style-type: none"> Memorial descritivo do projeto com detalhes dos cálculos e estudos para o projeto; <p>OU</p> <ul style="list-style-type: none"> Projeto elétrico demonstrando detalhamento dos sistemas de aterramento elétrico e dispositivos de proteção 	ABNT NBR 5410:2004 Versão Corrigida:2008 ABNT NBR 16690 ABNT NBR 16767	pertinência das informações	alinhamento dos princípios, critérios, indicadores e referência aos temas	Suficiência dos indicadores	Indicações de referências bibliográficas	Considerações e sugestões
		2.2.1.2 Garantir que há dispositivos de segurança adequados para o tipo de instalação feita							
	2.2.3 Manutenção	2.2.3.1 Garantir que há um plano de manutenção para que o armazenamento proposto esteja em funcionamento quando for requisitado	<ul style="list-style-type: none"> Documento demonstrando o planejamento de manutenção estabelecido para a edificação; <p>OU</p> <ul style="list-style-type: none"> Contrato com equipe de manutenção e prevenção; 		pertinência das informações	alinhamento dos princípios, critérios, indicadores e referência aos temas	Suficiência dos indicadores	Indicações de referências bibliográficas	Considerações e sugestões
Categoria 3: Automação									
Princípio	Critério	Descrição	Indicadores	Referências	pertinência das informações	alinhamento dos princípios, critérios, indicadores	Suficiência dos indicadores	Indicações de referências bibliográficas	Considerações e sugestões

					e referência aos temas					
3.1 Sistema de gerenciamento de operação da edificação	3.1.1 Comunicação eficiente do sistema	3.1.1.1 Garantia que haja a comunicação e troca de informação dos sistemas de controle e interface com o usuário	<ul style="list-style-type: none"> Documento demonstrando o uso de Plataforma abertas de comunicação, como: <ul style="list-style-type: none"> OPCs - Open Platform Communications; BACnet - Building Automation and Control net; KNX - Konnex Ou similares; OU Relatório de status do uso com sucesso da plataforma de comunicação; OU Certificado da BACnet Testing Laboratories ("BTL") atestando que o sistema foi implementado com sucesso; OU Laboratórios de teste de terceiros credenciados atestando que o sistema foi implementado com sucesso; 	ISO 16484-5 ISO/IEC 14543-3 IEC 61850 GUIAS/MANUAIS DE IMPLEMENTAÇÃO E OPERAÇÃO DOS SISTEMAS						Seguindo protocolos certificados, terá essa garantia. Hoje quanto mais integrado, melhor para análise e acompanhamento.
		3.1.1.2 Deve haver garantia que há capacidade de comunicação entre os equipamentos e dispositivos do sistema de automação.	<ul style="list-style-type: none"> Cópia do manual, datasheet, ou documento similar, dos equipamentos utilizados no projeto, apontando a capacidade de comunicação entre si; 	N/A						
	3.1.2 Sistema de monitoramento/supervisão	3.1.2.1 Deve haver garantia que os equipamentos de <u>monitoramento</u> da automação possam fazer o trabalho de maneira satisfatória	<ul style="list-style-type: none"> Termo de compromisso, declaração dos fabricantes, fornecedores e/ou projetistas confirmando que os equipamentos de monitoramento abrangem as características de acordo com o projetado; OU Certificação reconhecida nacionalmente ou internacionalmente; 		pertinência das informações	alinhamento dos princípios, critérios, indicadores e referência aos temas	Suficiência dos indicadores	Indicações de referências bibliográficas	Considerações e sugestões	
	3.1.3 Sistema de controle de automação	3.1.3.1 Deve haver garantia que os sistemas de <u>controle</u> da automação possam fazer o trabalho de maneira adequada	<ul style="list-style-type: none"> Termo de compromisso, declaração dos fabricantes, fornecedores e/ou projetistas confirmando que os equipamentos e sensores abrangem as características de acordo com o projetado; OU Confirmação por parte de autoridades locais que o fabricante e fornecedor estão ligados a esquemas de certificação reconhecidos nacionalmente ou internacionalmente; 							
3.1.4 Atendimento a emergência	3.1.4.1 Garantir que há um plano de gerenciamento da energia em caso de cessar o fornecimento de energia elétrica A energia elétrica armazenada deve ser usada de maneira eficiente e de maneira	<ul style="list-style-type: none"> Memorial de programação e planejamento para situação emergencial indicando diretrizes do sistema de comando para uso eficiente e hierárquico da energia. O plano deve apontar quais sistemas serão priorizados e a estratégia para gestão da energia elétrica; 								

		hierárquica preservando os serviços essenciais para resiliência da edificação							
3.2 Estrutura dos sistemas	3.2.1 Dimensionamento da Sala de comando	3.2.1.1 Garantir o dimensionamento adequado da sala de comando onde os equipamentos serão instalados e por onde a fiação passará, visando a segurança na operação, manutenção e funcionalidade do sistema de automação predial	<ul style="list-style-type: none"> • Memória de cálculo do projeto comprovando o correto dimensionamento das salas de comando; <p>OU</p> <ul style="list-style-type: none"> • Projeto elétrico que identifique o espaço necessário para o adequado funcionamento dos equipamentos do sistema de automação predial; <p>OU</p> <ul style="list-style-type: none"> • Prancha do projeto de automação predial e memorial descritivo especificando o dimensionamento do espaço em que será instalado, bem como os cálculos pertinentes. • Ver o item 3.3 		pertinência das informações	alinhamento dos princípios, critérios, indicadores e referência aos temas	Suficiência dos indicadores	Indicações de referências bibliográficas	Considerações e sugestões
	3.2.2 Dimensionamento dos Equipamentos	3.2.2.1 Dimensionar da central de automação predial de acordo com normas e padrões nacionais e internacionais a fim de assegurar o fornecimento contínuo do serviço de automação predial e garantir a segurança do funcionamento de controle do sistema	<ul style="list-style-type: none"> • Memória de cálculo do projeto comprovando o correto dimensionamento do sistema de automação predial de todo sistema; <p>OU</p> <ul style="list-style-type: none"> • Projeto elétrico que identifique o espaço necessário para o adequado funcionamento dos equipamentos do sistema de automação predial; <p>OU</p> <ul style="list-style-type: none"> • Prancha do projeto de automação predial e memorial descritivo especificando o equipamento, bem como os cálculos pertinentes. 						
	3.2.3 Cabos - Dimensionamento dos Sistemas elétricos	3.2.3.1 Dimensionar os sistemas elétricos (cabos, conexões, equipamentos, proteção, quadros) de acordo com as normas e padrões nacionais e internacionais a fim de assegurar o funcionamento adequado e garantir a segurança da operação do sistema de automação predial	<ul style="list-style-type: none"> • Memória de cálculo do projeto comprovando o correto dimensionamento do sistema de automação predial e dos cabos e equipamentos de todo sistema; <p>OU</p> <ul style="list-style-type: none"> • Prancha do projeto de automação predial e memorial descritivo especificando a fiação e dutos condutores que deverão ser usados, bem como os cálculos pertinentes. 						
3.3 Segurança	3.3.1 Sistema de segurança	3.3.1.1 Garantir que o software utilizado no comando de automação predial da edificação possa identificar erros e falhas no sistema elétrico de mini e microgeração distribuída, armazenamento de energia elétrica e automação predial,	<ul style="list-style-type: none"> • Termo de compromisso, declaração dos fabricantes, fornecedores e/ou projetistas confirmando que os softwares abrangem as características de acordo com o projetado; 		pertinência das informações	alinhamento dos princípios, critérios, indicadores e referência aos temas	Suficiência dos indicadores	Indicações de referências bibliográficas	Considerações e sugestões

		atuando de maneira eficiente para evitar que os sistemas possam colocar em risco a segurança dos usuários								
		3.3.1.2 Garantir a utilização de um Banco de Dados robusto que acompanhe o desempenho dos sistemas elétricos da edificação, o sistema deve informar (não se limitando somente a isso): <ul style="list-style-type: none"> • A quantidade de geração de energia elétrica diária; • O consumo de energia elétrica da edificação diária; • A quantidade de energia armazenada; • A saúde das máquinas de geração de energia elétrica; • A quantidade e qualidade da energia injetada na rede; 	<ul style="list-style-type: none"> • Relatório do banco de dados apontando as informações coletadas pelo sistema de automação predial. 							
		3.3.1.3 Garantir que há equipamentos para identificação e proteção de patrimônios e de pessoas da edificação integrados ao sistema de controle predial.	<ul style="list-style-type: none"> • Especificação no projeto de automação predial contendo equipamentos como Alarmes de incêndio, equipamentos de Vigilância (câmeras, sensor de presença) 							
	3.3.2 Sistema de Proteção	3.3.2.1 Garantir que o sistema de monitoramento predial tenha funcionamento constante	<ul style="list-style-type: none"> • Especificação no projeto de automação predial contendo equipamentos como: <ul style="list-style-type: none"> ▪ No Breaks ▪ Baterias Individuais ▪ Sistemas de backup de funcionamento de energia exclusivo para o sistema de automação da edificação 			pertinência das informações	alinhamento dos princípios, critérios, indicadores e referência aos temas	Suficiência dos indicadores	Indicações de referências bibliográficas	Considerações e sugestões
Categoria 4: Integração de Projeto										
Princípio	Critério	Descrição	Indicadores	Referências		pertinência das informações	alinhamento dos princípios, critérios, indicadores	Suficiência dos indicadores	Indicações de referências bibliográficas	Considerações e sugestões

4.1 Uso da tecnologia	4.1.1 Capacitação técnica para uso da tecnologia	4.1.1.1 Garantir o investimento na capacitação técnica da equipe de projeto OU contratação de terceiro com capacidade técnica para avaliar as soluções tecnológicas propostas	<ul style="list-style-type: none"> • Contrato com o terceiro que prestou serviço de consultoria OU <ul style="list-style-type: none"> • Certificado da participação da equipe em treinamento de qualificação técnica 								Seguindo algo, como PMBook é uma boa referência, no geral.	
		4.1.1.2 Garantir que foi realizado um treinamento do usuário E/OU disponibilizado manual de uso e manutenção foi para o usuário da edificação	<ul style="list-style-type: none"> • Cópia do manual do usuário OU <ul style="list-style-type: none"> • Comprovante do treinamento realizado com o usuário OU <ul style="list-style-type: none"> • Documento de manual de uso da edificação 									Considerações e sugestões
4.2 Desenvolvimento do projeto	4.2.1 Controle do Processo de projeto	4.2.1.1 Garantir que as soluções de mini e microgeração distribuída, armazenamento de energia elétrica e automação predial foram aplicadas na fase de pré-projeto	<ul style="list-style-type: none"> • Plano de integração das tecnologias de mini e microgeração distribuída, armazenamento de energia elétrica e automação predial E <ul style="list-style-type: none"> • Projeto de detalhamento das soluções de mini e microgeração distribuída, armazenamento de energia elétrica e automação predial 								Considerações e sugestões	
		4.2.1.2 Garantir o mapeamento de possíveis falhas de segurança e defeitos do sistema de mini e microgeração distribuída, armazenamento de energia elétrica e automação predial	<ul style="list-style-type: none"> • Relatório de falhas e estudo dos impactos que o sistema pode estar suscetível OU <ul style="list-style-type: none"> • Documento com recomendações de segurança detectados pela equipe técnica 								Considerações e sugestões	
		4.2.1.3 Garantir que o sistema de mini e microgeração distribuída, armazenamento de energia elétrica e automação predial foi integrado em harmonia ao projeto arquitetônico da edificação	<ul style="list-style-type: none"> • Estudo da equipe de arquitetura demonstrando que foram consideradas as tecnologias de mini e microgeração distribuída, armazenamento de energia elétrica e automação predial desde a concepção da edificação. OU <ul style="list-style-type: none"> • Plano de integração das tecnologias de mini e microgeração distribuída, armazenamento de energia elétrica e automação predial 									
		4.2.1.4 Garantir que as equipes de arquitetura e design interagiram com a equipe de tecnologia de	<ul style="list-style-type: none"> • Cópia das atas de reunião com a participação dos especialistas e equipe de projeto. 									Considerações e sugestões

		mini e microgeração distribuída, armazenamento de energia elétrica e automação predial e que as escolhas de tecnologia foram feitas baseadas por meio de cálculos específicos e/ou simulações computacionais.	<p>E</p> <ul style="list-style-type: none"> Cópia do memorial descritivo dos projetos de mini e microgeração distribuída, armazenamento de energia elétrica e automação predial <p>E</p> <p>Aplicação das soluções de acordo com relatório de simulações de clash detection</p> <p>OU</p> <ul style="list-style-type: none"> Cópia do relatório de simulação realizado mediante ao dimensionamento realizado para o projeto. 			indicadores e referência aos temas				
4.3 Suporte de projeto	4.3.1 Sistema de Segurança	4.3.1.1 Garantir que os sistemas de segurança previstos no projeto foram devidamente implementados.	<ul style="list-style-type: none"> Lista dos processos de segurança implementados no projeto 							
	4.3.2 Monitoramento dos sistemas	4.3.2.1 Garantir o monitoramento dos sistemas implementados no projeto	<ul style="list-style-type: none"> Relatório de dados do implementado no projeto 			pertinência das informações	alinhamento dos princípios, critérios, indicadores e referência aos temas	Suficiência dos indicadores	Indicações de referências bibliográficas	Considerações e sugestões
	4.3.3 Replicação	4.3.3.1 Identificar as dificuldades no processo técnico dos trabalhos realizados para implementar o processo de projeto, a fim de realinhar treinamento ou indicar treinamento.	<ul style="list-style-type: none"> Relatório de dados implementados no projeto devidamente analisados pelos coordenadores de processo da empresa <p>E</p> <p>Novo sumário executivo dos processos da empresa</p>							

8.2. Especialista 3

Categoria 1: Micro minigeração		AVALIAÇÃO ESPECIALISTAS							
Princípio	Critério	Descrição	Indicadores	Referências	pertinência das informações	alinhamento dos princípios, critérios, indicadores e referência aos temas	Suficiência dos indicadores	Indicações de referências bibliográficas	Considerações e sugestões
1.1 Conexões da rede de energia	1.1.1 Conexão à Rede elétrica externa	1.1.1.1 Garantir que o projeto tenha conexão com sistema de distribuição/transmissão de energia elétrica local.	<ul style="list-style-type: none"> Contrato com as concessionárias; <p>OU</p> <ul style="list-style-type: none"> Projeto elétrico de conexão aprovado de acordo com as normas técnicas da concessionária; 	Resolução Normativa ANEEL nº 482/2012 Normas Técnicas da Concessionária Local					Não sei se cabe aqui acrescentar referência ao Mercado Livre de energia.
	1.1.2 Estrutura da Rede elétrica interna	1.1.2.1 Garantir que o projeto elétrico da edificação possua toda estrutura necessária para funcionar com um sistema elétrico isolado da rede de energia elétrica local	<ul style="list-style-type: none"> Memorial descritivo das instalações elétricas descrevendo que o edifício é autossuficiente; <p>OU</p> <ul style="list-style-type: none"> Memorial de cálculo específico equalizando o consumo com a produção de energia elétrica; Relatório do consumo, a partir de simulação por software, demonstrando que o consumo é suprido pela produção local. <p>OU</p> <ul style="list-style-type: none"> Documento oriundo de uma certificação para construções qualificada atestando que o edifício é energeticamente autossuficiente; 	Certificação LIVING BUILDING CHALLENGE 4.0 EPA On-Site Renewable Energy Generation – Cap.06 Strategies for Effective Project Implementation	pertinência das informações	alinhamento dos princípios, critérios, indicadores e referência aos temas	Suficiência dos indicadores	Indicações de referências bibliográficas	Considerações e sugestões
									A referência ao supervisorio (item 3.1.2) não fica muito clara aqui. Pode ser que o parâmetro limiar de autosustentabilidade de energia considerado para o projeto fique como uma variável fixa e gere alarmes ou ajustes de parâmetros quando

			<ul style="list-style-type: none"> • Ver item 3.1.2 						haja aproximação ou ultrapassagem do valor teórico de energia	
		1.1.2.2 Garantir que a fonte de energia elétrica esteja localizada na própria edificação ou em local estratégico onde se possa manter controle local da manutenção	<ul style="list-style-type: none"> • Indicação no projeto das conexões da fonte de energia elétrica com a unidade consumidora; <p>OU</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mapa de implantação da unidade de geração de energia elétrica, demonstrando que a mesma se encontra no local do consumo ou de fácil acesso em caso de necessidade de manutenção 	N/A		pertinência das informações	alinhamento dos princípios, critérios, indicadores e referência aos temas	Suficiência dos indicadores	Indicações de referências bibliográficas	Considerações e sugestões
										o modelo atual de compra de energia por contrato de locação com usinas solares instaladas na área de atendimento da concessionária local poderia fazer parte deste modelo?
1.2 Geração de energia elétrica	1.2.1 Minimização dos Impactos ambientais e sociais da(s) geração(ões) de energia elétrica	1.2.1.1 Optar pela fonte de energia renovável e adequar o planejamento, o projeto e a vida útil de todo equipamento envolvido para evitar e/ou minimizar os impactos decorrentes da utilização	<ul style="list-style-type: none"> • Documento de adesão à padrões nacionais e internacionais de boas práticas; <p>OU</p> <ul style="list-style-type: none"> • Certificado ISO 14001; <p>OU</p> <ul style="list-style-type: none"> • Créditos do Certificado do BREAM INC 2016 - Man 03 Responsible construction practices; <p>OU</p> <ul style="list-style-type: none"> • Relatório de avaliação de impactos; <p>E</p> <p>Relatório de avaliação dos impactos ambientais e sociais, contendo recomendações para a evitar e/ou minimizar os impactos identificados, aprimoramento e operação sustentável a longo prazo da edificação e a definição de medidas de implementação de alto, médio e baixo impacto;</p>	Manual BREEAM 2019; Certificação LIVING BUILDING CHALLE NGE 4.0		pertinência das informações	alinhamento dos princípios, critérios, indicadores e referência aos temas	Suficiência dos indicadores	Indicações de referências bibliográficas	Considerações e sugestões
		1.2.1.2 Garantir que o equipamento escolhido, tal como as peças para uso e manutenção, possa ser encontrado na região do local de instalação, a fim de reduzir a pegada de carbono da obra.	<ul style="list-style-type: none"> • Contrato de fornecimento das tecnologias e materiais com fornecedor dentro de um raio de 500 Km (a menos que não esteja disponível, ver <u>nota 1</u>) ; <p>OU</p>							

		<ul style="list-style-type: none"> Comprovantes de compras evidenciando que a origem dos equipamentos está a uma distância igual ou menor que 500km da obra. <p>Ver item 1.2.2.1 <i>Nota 1: Caso não possa ser encontrado o equipamento no local do consumo ou o equipamento disponível não satisfaça o projeto, deve-se demonstrar o plano de manutenção preventiva e corretiva para minimizar o transporte em situações críticas</i></p>								
	1.2.3.1 Garantir o fornecimento de equipamentos e peças certificadas e de origem responsável	<ul style="list-style-type: none"> Certificado de fornecimento responsável. 							A consideração é correta e válida, mas precisamos divulgar mais as entidades certificadoras para que os contratantes considerem este item não como uma exigência do "selo" que desejam obter e sim uma escolha consciente de produto.	
1.2.3 Seleção da Tecnologia	1.2.3.2 Garantir que na escolha da tecnologia, sejam levadas em consideração a eficiência de conversão da energia primária e a maturidade da tecnologia no mercado. Ver item 4.1	<ul style="list-style-type: none"> Relatório de pesquisa de mercado apontando as tecnologias disponíveis e evidenciando vantagens e desvantagens; <p>E</p> <p>Documento, como quadro comparativo ou relatório, que evidencia os estudos que direcionaram a escolha da tecnologia escolhida;</p> <p>OU</p> <ul style="list-style-type: none"> Selo de eficiência energética dos equipamentos escolhidos; 			pertinência das informações	alinhamento dos princípios, critérios, indicadores e referência aos temas	Suficiência dos indicadores	Indicações de referências bibliográficas	Considerações e sugestões	
	1.2.3.3 Garantir que a mão de obra a disposição seja adequada para construção e instalação do equipamento escolhido.	<ul style="list-style-type: none"> Certificação de treinamento e capacitação da equipe responsável pela instalação e construção; <p>OU</p> <ul style="list-style-type: none"> Registro técnico da qualificação dos profissionais de instalação; <p>OU</p> <ul style="list-style-type: none"> Contrato com empresas de instalação e manutenção qualificadas; 								O texto parece considerar a questão da eficiência pela questão tecnológica somente. Modelos de estudos econômicos (payback, por exemplo) tem sido um grande fator de convencimento da adoção de sistemas fotovoltaicos atualmente.

		<p>1.2.3.4 Buscar melhor potencial de geração de energia elétrica para garantir a escolha adequada da fonte de energia renovável de geração de acordo com a disponibilidade na região a ser construída a edificação.</p>	<ul style="list-style-type: none"> Relatório do estudo do potencial energético das fontes renováveis disponíveis na região; <p>OU</p> <ul style="list-style-type: none"> Documento que evidencia a escolha estratégica da fonte renovável com potencial mais favorável para geração de energia elétrica; <p>Ver itens 1.2.1; 1.2.3</p>		pertinência das informações	alinhamento dos princípios, critérios, indicadores e referência aos temas	Suficiência dos indicadores	Indicações de referências bibliográficas	Considerações e sugestões
<p>1.2.4 Dimensionamentos</p> <p>Ver item 1.2.5.2</p>	<p>1.2.4.1 Dimensionar os sistemas elétricos (cabos, conexões, equipamentos, proteção, quadros) de acordo com as normas e padrões nacionais e internacionais a fim de assegurar o funcionamento adequado e garantir a segurança da operação do sistema.</p> <p>Ver item 1.3</p>	<ul style="list-style-type: none"> Memória de cálculo do projeto comprovando o correto dimensionamento do sistema desde a geração até a distribuição; <p>OU</p> <ul style="list-style-type: none"> Simulação por software do dimensionamento feito 	<p>ABNT NBR 5410:2004 Versão Corrigida:2008</p> <p>Normas Técnicas da Concessionária Local</p>		pertinência das informações	alinhamento dos princípios, critérios, indicadores e referência aos temas	Suficiência dos indicadores	Indicações de referências bibliográficas	Considerações e sugestões
	<p>1.2.4.2 Dimensionar a central de geração de acordo com normas e padrões nacionais e internacionais a fim de assegurar o fornecimento contínuo de energia elétrica e garantir a segurança do funcionamento do sistema</p>	<ul style="list-style-type: none"> Memória de cálculo do projeto comprovando o correto dimensionamento do sistema de geração; 							<p>novamente, abordar a questão econômica e apresentar as políticas e contratos do setor elétrico aplicado à tecnologia e à região podem contribuir.</p> <p>Na questão da segurança, além de dimensionar pode ser importante a especificação dos elementos de proteção e de apresentar os procedimentos de manutenção periódica (apertos, termografia, etc). O comentário é mais pertinente para o item 1.3. mas às vezes pode ser importante conscientizar a camada de decisão da empresa pois quando o departamento de</p>

									manutenção passa a ter que pedir verba adicional para a manutenção adequada isto é interpretado somente como custo e não preservação de investimento
		<p>OU</p> <ul style="list-style-type: none"> • Simulação por software do dimensionamento feito 							
	1.2.4.3 Garantir o dimensionamento adequado do espaço físico onde todo equipamento vai ser instalado e por onde a fiação passará visando a segurança na operação, manutenção e funcionalidade do sistema	<ul style="list-style-type: none"> • Projeto elétrico que identifique o espaço necessário para o adequado funcionamento dos equipamentos do sistema elétrico; 							
1.2.5 Minimização de Custos	1.2.5.1 Garantir que todo o sistema elétrico (geração, transmissão, proteção) seja construído e operado levando em consideração o menor custo de implantação e manutenção.	<ul style="list-style-type: none"> • Orçamento com empresas especializadas para identificação da média de preços trabalhos no mercado; <p>OU</p> <ul style="list-style-type: none"> • Dimensionamento preciso para evitar desperdícios com superdimensionamento de materiais; <p>OU</p> <ul style="list-style-type: none"> • Estudo comparativo dos custos das fontes energéticas; <p>E</p> <p>Ata de reunião feita para deliberação das propostas</p>							
	1.2.5.2 Garantir que o dimensionamento seja baseado no consumo pertinente à edificação e evitar superdimensionamento	<ul style="list-style-type: none"> • Relatório de estudo da revisão elétrica total para avaliar equilíbrio de cargas na edificação 							
	Fazer link com item 1.2.4								
					pertinência das informações	alinhamento dos princípios, critérios, indicadores e referência aos temas	Suficiência dos indicadores	Indicações de referências bibliográficas	Considerações e sugestões
									Para retrofits é mais fácil esta consideração. Para projetos novos, a criação do modelo de referência é muito importante e cabe aqui "tropicalizar" os modelos internacionais e criar uma forma de constantemente revisar o modelo a partir dos projetos implementados.

		1.2.6.1 Garantir que haja uma meta para uso de energia nos departamentos e/ou ambientes específicos	<ul style="list-style-type: none"> Documento de estudo de previsão de carga de cada ambiente e/ou departamento separado e previsão de um submonitoramento de energia acessível aos usuários; 						Os dashboards gerados pelo BMS em algumas empresas tem servido inclusive para premiar departamentos ou empresas de uma edificação. Cabe criar um elemento de análise para medir a eficiência do uso e não somente o valor medido na energia
	1.2.6 Metas para Consumo	1.2.6.2 Garantir que a energia excedente seja usada para créditos de compensação.	<ul style="list-style-type: none"> Relatório de produção e consumo gerado pelo banco de dados proveniente do controle de geração e consumo de energia elétrica. <p>OU</p> <ul style="list-style-type: none"> Histórico da fatura detalhada do consumo de energia elétrica demonstrando que houve compensação e crédito por injetar de energia na rede 						em alguns casos, a simples redução da energia proveniente da concessionária pode ser um indicador válido. A busca é por uma edificação resiliente, mas em alguns casos, uma nota mais baixa na certificação de várias edificações antigas pode ajudar bastante também. A tendência hoje é as empresas abandonarem sedes antigas em busca de edificações certificadas, gerando um esvaziamento de centros urbanos. Uma etiquetagem diferente para casos de retrofit pode ajudar a manter estes edifícios com algum atrativo comercial que justifique o investimento de certificação neles também.
1.3 Segurança na operação do sistema	1.3.1 Projeto de Aterramento	1.3.1.1 Garantir que seja desenvolvido o projeto de aterramento para	<ul style="list-style-type: none"> Memorial descritivo do projeto com detalhes dos cálculos e estudos para o projeto; 	ABNT NBR 5410:2004 Versão Corrigida:2008	pertinência das informações	alinhamento dos princípios,	Suficiência dos indicadores	Indicações de	Considerações e sugestões

		proteção dos sistemas da edificação				critérios, indicadores e referência aos temas		referências bibliográficas		
			<p>OU</p> <ul style="list-style-type: none"> Projeto elétrico mostrando detalhamento de segurança; <p>OU</p> <ul style="list-style-type: none"> Projeto de instalações de SPDA (Sistema de proteção contra descargas atmosféricas); 						pode ser interessante frisar o DPS. Há uma forte imagem de que SPDA é somente para raios e cordoalhas	
1.3.2 Dispositivos de segurança		1.3.2.1 Garantir que há dispositivos de segurança adequados para o tipo de instalação feita								
1.3.3 Diversificação de fontes de energia elétrica;		1.3.3.1 Garantir que a energia elétrica não é dependente de apenas uma fonte de geração, para assegurar a resiliência e o fornecimento sem interrupções.	<ul style="list-style-type: none"> Caderno de encargos do projeto de instalações elétricas apontando quais são as fontes de energia elétrica da edificação e que há mais de uma fonte de energia (ex. fotovoltaica, eólica) 						Talvez nos casos de alimentação alternativa contingenciada seja importante mostrar qual a parte da instalação possui alimentação alternativa	
1.3.4 Fornecimento seguro de equipamentos e peças para uso e manutenção		1.3.4.1 Garantir que o equipamento escolhido, tal como as peças para uso e manutenção, possa ser encontrado na região do local de instalação	<ul style="list-style-type: none"> Contrato de fornecimento das tecnologias e materiais com fornecedor dentro de um raio de 500 Km (a menos que não esteja disponível, ver <u>nota 1</u>) <p>OU</p> <ul style="list-style-type: none"> Comprovantes de compras evidenciando que a origem dos equipamentos está a uma distância igual ou menor que 500km da obra. <p>Ver item 1.2.2.1</p> <ul style="list-style-type: none"> <i>Nota 1: Caso não possa ser encontrado o equipamento no local do consumo ou o equipamento disponível não satisfaça o projeto, deve-se demonstrar o plano de manutenção preventiva e corretiva para minimizar o transporte em situações críticas</i> 			pertinência das informações	alinhamento dos princípios, critérios, indicadores e referência aos temas	Suficiência dos indicadores	Indicações de referências bibliográficas	Considerações e sugestões
										Novamente a questão de quem está num raio de 500km, o prestador de serviços a revenda ou a fábrica?
Categoria 2: Armazenamento										
Princípio	Critério	Descrição	Indicadores	Referências		pertinência das informações	alinhamento dos princípios, critérios, indicadores	Suficiência dos indicadores	Indicações de referências bibliográficas	Considerações e sugestões

2.1 Planejamento para o armazenamento	2.1.1 Autossuficiência no armazenamento de energia elétrica Ver item 1.2.4	2.1.1.1 Garantir que o projeto foi calculado para ser totalmente autossuficiente com relação ao uso de energia elétrica	<ul style="list-style-type: none"> Memorial descritivo das instalações elétricas descrevendo que o edifício é autossuficiente; 							
			<p>OU</p> <ul style="list-style-type: none"> Memorial de cálculo específico equalizando o consumo com a produção de energia elétrica; 							
			<p>OU</p> <ul style="list-style-type: none"> Relatório do consumo, a partir de simulação por software, demonstrando que o consumo é suprido pela produção local. 							
			<p>OU</p> <ul style="list-style-type: none"> Documento oriundo de uma certificação para construções qualificada atestando que o edifício é energeticamente autossuficiente; 							
			Ver item 3.1.2							
	2.1.2 Escolha da Tecnologia	2.1.1.2 Garantir que a capacidade de armazenamento de energia elétrica foi devidamente calculada	<ul style="list-style-type: none"> Memorial de cálculo do projeto comprovando o correto dimensionamento do sistema do armazenamento de energia elétrica. 		pertinência das informações	alinhamento dos princípios, critérios, indicadores e referência aos temas	Suficiência dos indicadores	Indicações de referências bibliográficas	e os modelos de crédito por geração de excedente? Muita pesquisa e desenvolvimento tem sido feitos na questão do armazenamento, mas ainda temos soluções ou com custo elevado ou com baixa eficiência na conversão	
			<p>OU</p> <ul style="list-style-type: none"> Simulação por software do consumo e uso da energia elétrica estocada 							
2.1.3 Critério de Dimensionamentos	2.1.2.1 Garantir que a tecnologia empregada na edificação seja a mais efetiva para a necessidade desejada na edificação	<ul style="list-style-type: none"> Resultados de cálculos e simulações de uso de diferentes tipos de armazenamento de energia elétrica, demonstrando as vantagens de cada esquema de armazenamento; 		pertinência das informações	alinhamento dos princípios, critérios, indicadores e referência aos temas	Suficiência dos indicadores	Indicações de referências bibliográficas			
		<p>OU</p> <ul style="list-style-type: none"> Quadro comparativo apresentando as tecnologias consideradas para o projeto com suas vantagens e desvantagens 								
2.1.3 Critério de Dimensionamentos	2.1.3.1 Dimensionar os sistemas elétricos (cabos, conexões, equipamentos, proteção, quadros) de acordo com as normas e padrões nacionais e internacionais a fim de assegurar o funcionamento adequado e garantir a segurança da operação do sistema.	<ul style="list-style-type: none"> Memória de cálculo do projeto comprovando o correto dimensionamento do sistema de armazenamento; 		pertinência das informações	alinhamento dos princípios, critérios, indicadores e referência aos temas	Suficiência dos indicadores	Indicações de referências bibliográficas	o item 2.1.3 fica muito semelhante ao 1.2.4, o que não poderia deixar de ser pois trata do mesmo assunto só que para um subsistema diferente, mas dá a impressão de que "já li e fiz isto antes". Só um comentário para talvez avaliar a forma de apresentar		

			<p>OU</p> <ul style="list-style-type: none"> • Simulação por software do dimensionamento feito 						
		2.1.3.2 Dimensionar a central de armazenamento de acordo com normas e padrões nacionais e internacionais a fim de assegurar o fornecimento contínuo de energia elétrica e garantir a segurança do funcionamento do sistema	<ul style="list-style-type: none"> • Memória de cálculo do projeto comprovando o correto dimensionamento da central de armazenamento; de energia elétrica; <p>OU</p> <ul style="list-style-type: none"> • Simulação por software do dimensionamento feito 						
		2.1.3.3 Garantir o dimensionamento adequado do espaço físico onde todo equipamento vai ser instalado e por onde os eletrodutos irão passar visando a segurança na operação, manutenção e funcionalidade do sistema	<ul style="list-style-type: none"> • Projeto elétrico que identifique o espaço necessário para o adequado funcionamento dos equipamentos do sistema elétrico <p>Obs.: fazer link com o item de segurança</p>						
	2.1.4 Minimização de Custo	2.1.4.1 Garantir que todo o sistema elétrico seja construído, e operado levando em consideração o melhor custo/benefício.	<ul style="list-style-type: none"> • Orçamento com empresas especializadas para identificação da média de preços trabalhos no mercado; OU • Dimensionamento preciso para evitar desperdícios com superdimensionamento de materiais 		pertinência das informações	alinhamento dos princípios, critérios, indicadores e referência aos temas	Suficiência dos indicadores	Indicações de referências bibliográficas	Considerações e sugestões
	2.1.5 Monitoramento e supervisão do sistema	2.1.5.1 Garantir que haja mecanismos para monitorar o nível de energia do armazenamento proposto e o controle do processo de carga e descarga de energia	<ul style="list-style-type: none"> • Plano de monitoramento dos níveis de energia apontando o sistema que fará o controle do funcionamento; <p>Fazer link com 3. Automação</p>		pertinência das informações	alinhamento dos princípios, critérios, indicadores e referência aos temas	Suficiência dos indicadores	Indicações de referências bibliográficas	Considerações e sugestões
2.2 Segurança de operação do sistema	2.2.1 Proteção dos sistemas elétricos da edificação	2.2.1.1 Garantir que seja desenvolvido o projeto de aterramento para proteção dos sistemas de armazenamento de energia elétrica da edificação	<ul style="list-style-type: none"> • Memorial descritivo do projeto com detalhes dos cálculos e estudos para o projeto; <p>OU</p> <ul style="list-style-type: none"> • Projeto elétrico demonstrando detalhamento dos sistemas de aterramento elétrico e dispositivos de proteção 	<p>ABNT NBR 5410:2004 Versão Corrigida:2008</p> <p>ABNT NBR 16690</p> <p>ABNT NBR 16767</p>	pertinência das informações	alinhamento dos princípios, critérios, indicadores e referência aos temas	Suficiência dos indicadores	Indicações de referências bibliográficas	Considerações e sugestões
		2.2.1.2 Garantir que há dispositivos de segurança adequados para o tipo de instalação feita							

	2.2.3 Manutenção	2.2.3.1 Garantir que há um plano de manutenção para que o armazenamento proposto esteja em funcionamento quando for requisitado	<ul style="list-style-type: none"> Documento demonstrando o planejamento de manutenção estabelecido para a edificação; <p>OU</p> <ul style="list-style-type: none"> Contrato com equipe de manutenção e prevenção; 			pertinência das informações	alinhamento dos princípios, critérios, indicadores e referência aos temas	Suficiência dos indicadores	Indicações de referências bibliográficas	Considerações e sugestões
Categoria 3: Automação										
Princípio	Critério	Descrição	Indicadores	Referências		pertinência das informações	alinhamento dos princípios, critérios, indicadores e referência aos temas	Suficiência dos indicadores	Indicações de referências bibliográficas	Considerações e sugestões
3.1 Sistema de gerenciamento de operação da edificação	3.1.1 Comunicação eficiente do sistema	3.1.1.1 Garantia que haja a comunicação e troca de informação dos sistemas de controle e interface com o usuário	<ul style="list-style-type: none"> Documento demonstrando o uso de Plataforma abertas de comunicação, como: <ul style="list-style-type: none"> OPCs - Open Platform Communications; BACnet - Building Automation and Control net; KNX - Konnex Ou similares; <p>OU</p> <ul style="list-style-type: none"> Relatório de status do uso com sucesso da plataforma de comunicação; <p>OU</p> <ul style="list-style-type: none"> Certificado da BACnet Testing Laboratories ("BTL") atestando que o sistema foi implementado com sucesso; <p>OU</p> <ul style="list-style-type: none"> Laboratórios de teste de terceiros credenciados atestando que o sistema foi implementado com sucesso; 	ISO 16484-5 ISO/IEC 14543-3 IEC 61850 GUIAS/MANUAIS DE IMPLEMENTAÇÃO E OPERAÇÃO DOS SISTEMAS						talvez o item 3.1.1 possa ser chamado de confiabilidade da estrutura do sistema na qual a questão de uso de sistemas certificados, interoperáveis e com diversidade de fornecedores e prestadores de serviços seja levada em conta. Outro ponto, nos indicadores, certificados como o BTL, ou KNX costumam ser exigidos dos equipamentos e não dos sistemas instalados. a IEC61850 fica um pouco fora da referência. Este padrão é comumente aplicado em sistemas de geração e transmissão de energia. Sugiro buscar referências ASHRAE para complementar as ISO/IEC citadas.

	3.1.1.2 Deve haver garantia que há capacidade de comunicação entre os equipamentos e dispositivos do sistema de automação.	<ul style="list-style-type: none"> Cópia do manual, datasheet, ou documento similar, dos equipamentos utilizados no projeto, apontando a capacidade de comunicação entre si; 	N/A					Abordar também a questão de buscar prestadores certificados pelas associações e/ou fabricantes das soluções adotadas
3.1.2 Sistema de monitoramento/supervisão	3.1.2.1 Deve haver garantia que os equipamentos de <u>monitoramento</u> da automação possam fazer o trabalho de maneira satisfatória	<ul style="list-style-type: none"> Termo de compromisso, declaração dos fabricantes, fornecedores e/ou projetistas confirmando que os equipamentos de monitoramento abrangem as características de acordo com o projetado; <p>OU</p> <ul style="list-style-type: none"> Certificação reconhecida nacionalmente ou internacionalmente; 						Elaboração de um caderno de critérios de desempenho e de um roteiro de testes que deverão ser validados na fase de comissionamento
3.1.3 Sistema de controle de automação	3.1.3.1 Deve haver garantia que os sistemas de <u>controle</u> da automação possam fazer o trabalho de maneira adequada	<ul style="list-style-type: none"> Termo de compromisso, declaração dos fabricantes, fornecedores e/ou projetistas confirmando que os equipamentos e sensores abrangem as características de acordo com o projetado; <p>OU</p> <ul style="list-style-type: none"> Confirmação por parte de autoridades locais que o fabricante e fornecedor estão ligados a esquemas de certificação reconhecidos nacionalmente ou internacionalmente; 						só esta confirmação não dá a garantia de que aquela aplicação esteja dimensionada corretamente. O que mais vi foram fabricantes e seus integradores vendendo a solução que tem e fazendo-a trabalhar no projeto contratado. Especificações, testes em fábrica ou bancada bem feitos já fizeram sistemas inteiros serem trocados em determinados projetos. Em outros, por falta destes critérios contratuais, o cliente investiu, não recebeu um produto adequado e perdeu o interesse na automação
3.1.4 Atendimento a emergência	3.1.4.1 Garantir que há um plano de gerenciamento da energia em caso de cessar o fornecimento de energia elétrica A energia elétrica	<ul style="list-style-type: none"> Memorial de programação e planejamento para situação emergencial indicando diretrizes do sistema de comando para uso eficiente e hierárquico da energia. O plano deve apontar quais sistemas serão priorizados e a estratégia para gestão da energia elétrica; 						

		armazenada deve ser usada de maneira eficiente e de maneira hierárquica preservando os serviços essenciais para resiliência da edificação							
3.2 Estrutura dos sistemas	3.2.1 Dimensionamento da Sala de comando	3.2.1.1 Garantir o dimensionamento adequado da sala de comando onde os equipamentos serão instalados e por onde a fiação passará, visando a segurança na operação, manutenção e funcionalidade do sistema de automação predial	<ul style="list-style-type: none"> • Memória de cálculo do projeto comprovando o correto dimensionamento das salas de comando; <p>OU</p> <ul style="list-style-type: none"> • Projeto elétrico que identifique o espaço necessário para o adequado funcionamento dos equipamentos do sistema de automação predial; <p>OU</p> <ul style="list-style-type: none"> • Prancha do projeto de automação predial e memorial descritivo especificando o dimensionamento do espaço em que será instalado, bem como os cálculos pertinentes. <ul style="list-style-type: none"> • Ver o item 3.3 		pertinência das informações	alinhamento dos princípios, critérios, indicadores e referência aos temas	Suficiência dos indicadores	Indicações de referências bibliográficas	a tendência atual é distribuir os equipamentos, fazendo com que a sala de comando tenha nada mais que computadores, telas e conexões TCP-IP. Cabe sim, um projeto de conforto ambiental igual aos da área de trabalho corporativo para permitir um trabalho eficiente
	3.2.2 Dimensionamento dos Equipamentos	3.2.2.1 Dimensionar da central de automação predial de acordo com normas e padrões nacionais e internacionais a fim de assegurar o fornecimento contínuo do serviço de automação predial e garantir a segurança do funcionamento de controle do sistema	<ul style="list-style-type: none"> • Memória de cálculo do projeto comprovando o correto dimensionamento do sistema de automação predial de todo sistema; <p>OU</p> <ul style="list-style-type: none"> • Projeto elétrico que identifique o espaço necessário para o adequado funcionamento dos equipamentos do sistema de automação predial; <p>OU</p> <ul style="list-style-type: none"> • Prancha do projeto de automação predial e memorial descritivo especificando o equipamento, bem como os cálculos pertinentes. 						3.2.1 e 3.2.2 se misturam.
	3.2.3 Cabos - Dimensionamento dos Sistemas elétricos	3.2.3.1 Dimensionar os sistemas elétricos (cabos, conexões, equipamentos, proteção, quadros) de acordo com as normas e padrões nacionais e internacionais a fim de assegurar o funcionamento adequado e garantir a segurança da operação	<ul style="list-style-type: none"> • Memória de cálculo do projeto comprovando o correto dimensionamento do sistema de automação predial e dos cabos e equipamentos de todo sistema; <p>OU</p> <ul style="list-style-type: none"> • Prancha do projeto de automação predial e memorial descritivo especificando a fiação e dutos condutores que deverão ser usados, bem como os cálculos pertinentes. 						Critérios de topologia de rede, redundância e confiabilidade podem ser interessantes aqui

		do sistema de automação predial								
3.3 Segurança	3.3.1 Sistema de segurança	3.3.1.1 Garantir que o software utilizado no comando de automação predial da edificação possa identificar erros e falhas no sistema elétrico de mini e microgeração distribuída, armazenamento de energia elétrica e automação predial, atuando de maneira eficiente para evitar que os sistemas possam colocar em risco a segurança dos usuários	<ul style="list-style-type: none"> • Termo de compromisso, declaração dos fabricantes, fornecedores e/ou projetistas confirmando que os softwares abrangem as características de acordo com o projetado; 			pertinência das informações	alinhamento dos princípios, critérios, indicadores e referência aos temas	Suficiência dos indicadores	Indicações de referências bibliográficas	Considerações e sugestões
		3.3.1.2 Garantir a utilização de um Banco de Dados robusto que acompanhe o desempenho dos sistemas elétricos da edificação, o sistema deve informar (não se limitando somente a isso): <ul style="list-style-type: none"> • A quantidade de geração de energia elétrica diária; • O consumo de energia elétrica da edificação diária; • A quantidade de energia armazenada; • A saúde das máquinas de geração de energia elétrica; • A quantidade e qualidade da energia injetada na rede; 	<ul style="list-style-type: none"> • Relatório do banco de dados apontando as informações coletadas pelo sistema de automação predial. 							
		3.3.1.3 Garantir que há equipamentos para identificação e proteção de patrimônios e de pessoas da edificação integrados ao sistema de controle predial.	<ul style="list-style-type: none"> • Especificação no projeto de automação predial contendo equipamentos como Alarmes de incêndio, equipamentos de Vigilância (câmeras, sensor de presença) 							
	3.3.2 Sistema de Proteção	3.3.2.1 Garantir que o sistema de monitoramento predial tenha funcionamento constante	<ul style="list-style-type: none"> • Especificação no projeto de automação predial contendo equipamentos como: <ul style="list-style-type: none"> ▪ No Breaks 			pertinência das informações	alinhamento dos princípios, critérios, indicadores e referência aos temas	Suficiência dos indicadores	Indicações de referências bibliográficas	aqui critérios de failover e operação ilhada da arquitetura podem ser inseridos

			<ul style="list-style-type: none"> ▪ Baterias Individuais ▪ Sistemas de backup de funcionamento de energia exclusivo para o sistema de automação da edificação 						a segurança de dados e acesso a eles também deve ser abordada. Diferentes grupos ou departamentos acessam dados diferentes
Categoria 4: Integração de Projeto									
Princípio	Critério	Descrição	Indicadores	Referências	pertinência das informações	alinhamento dos princípios, critérios, indicadores e referência aos temas	Suficiência dos indicadores	Indicações de referências bibliográficas	Considerações e sugestões
4.1 Uso da tecnologia	4.1.1 Capacitação técnica para uso da tecnologia	4.1.1.1 Garantir o investimento na capacitação técnica da equipe de projeto OU contratação de terceiro com capacidade técnica para avaliar as soluções tecnológicas propostas	<ul style="list-style-type: none"> • Contrato com o terceiro que prestou serviço de consultoria <p>OU</p> <ul style="list-style-type: none"> • Certificado da participação da equipe em treinamento de qualificação técnica 						a categoria 4 dá mais enfoque para projeto e a categoria 3 está apresentada mais com critérios de uso do sistema. Cronologicamente dá a impressão que os itens estão invertidos na apresentação. Avaliar.
		4.1.1.2 Garantir que foi realizado um treinamento do usuário E/OU disponibilizado manual de uso e manutenção foi para o usuário da edificação	<ul style="list-style-type: none"> • Cópia do manual do usuário <p>OU</p> <ul style="list-style-type: none"> • Comprovante do treinamento realizado com o usuário <p>OU</p> <ul style="list-style-type: none"> • Documento de manual de uso da edificação 						
4.2 Desenvolvimento do projeto	4.2.1 Controle do Processo de projeto	4.2.1.1 Garantir que as soluções de mini e microgeração distribuída, armazenamento de energia elétrica e automação predial foram	<ul style="list-style-type: none"> • Plano de integração das tecnologias de mini e microgeração distribuída, armazenamento de energia elétrica e automação predial <p>E</p>		pertinência das informações	alinhamento dos princípios, critérios, indicadores e referência aos temas	Suficiência dos indicadores	Indicações de referências bibliográficas	memoriais descritivos e manuais de operação

		aplicadas na fase de pré-projeto	Projeto de detalhamento das soluções de mini e microgeração distribuída, armazenamento de energia elétrica e automação predial							
		4.2.1.2 Garantir o mapeamento de possíveis falhas de segurança e defeitos do sistema de mini e microgeração distribuída, armazenamento de energia elétrica e automação predial	<ul style="list-style-type: none"> Relatório de falhas e estudo dos impactos que o sistema pode estar suscetível OU <ul style="list-style-type: none"> Documento com recomendações de segurança detectados pela equipe técnica 			pertinência das informações	alinhamento dos princípios, critérios, indicadores e referência aos temas	Suficiência dos indicadores	Indicações de referências bibliográficas	Considerações e sugestões
		4.2.1.3 Garantir que o sistema de mini e microgeração distribuída, armazenamento de energia elétrica e automação predial foi integrado em harmonia ao projeto arquitetônico da edificação	<ul style="list-style-type: none"> Estudo da equipe de arquitetura demonstrando que foram consideradas as tecnologias de mini e microgeração distribuída, armazenamento de energia elétrica e automação predial desde a concepção da edificação. OU <ul style="list-style-type: none"> Plano de integração das tecnologias de mini e microgeração distribuída, armazenamento de energia elétrica e automação predial 							
		4.2.1.4 Garantir que as equipes de arquitetura e design interagiram com a equipe de tecnologia de mini e microgeração distribuída, armazenamento de energia elétrica e automação predial e que as escolhas de tecnologia foram feitas baseadas por meio de cálculos específicos e/ou simulações computacionais.	<ul style="list-style-type: none"> Cópia das atas de reunião com a participação dos especialistas e equipe de projeto. E <ul style="list-style-type: none"> Cópia do memorial descritivo dos projetos de mini e microgeração distribuída, armazenamento de energia elétrica e automação predial E <ul style="list-style-type: none"> Aplicação das soluções de acordo com relatório de simulações de clash detection OU <ul style="list-style-type: none"> Cópia do relatório de simulação realizado mediante ao dimensionamento realizado para o projeto. 			pertinência das informações	alinhamento dos princípios, critérios, indicadores e referência aos temas	Suficiência dos indicadores	Indicações de referências bibliográficas	O que a garantia de interação entre as áreas tem a ver com o controle de processos? Não ficou muito claro
4.3 Suporte de projeto	4.3.1 Sistema de Segurança	4.3.1.1 Garantir que os sistemas de segurança previstos no projeto foram devidamente implementados.	<ul style="list-style-type: none"> Lista dos processos de segurança implementados no projeto 							
	4.3.2 Monitoramento dos sistemas	4.3.2.1 Garantir o monitoramento dos sistemas implementados no projeto	<ul style="list-style-type: none"> Relatório de dados do implementado no projeto 			pertinência das informações	alinhamento dos princípios, critérios, indicadores e referência aos temas	Suficiência dos indicadores	Indicações de referências bibliográficas	Considerações e sugestões
	4.3.3 Replicação	4.3.3.1 Identificar as dificuldades no processo técnico dos trabalhos realizados para	<ul style="list-style-type: none"> Relatório de dados implementados no projeto devidamente analisados pelos coordenadores de processo da empresa E							

	implementar o processo de projeto, a fim de realinhar treinamento ou indicar treinamento.	Novo sumário executivo dos processos da empresa						
--	---	---	--	--	--	--	--	--

APÊNDICE B - Segundo Scorecard Emitido e validação do Especialistas

9.1. Convite

CONVITE AVALIAÇÃO

VERSÃO 2.0 DA FERRAMENTA QUE SUBSIDIA O PROCESSO DE TOMADA DE DECISÃO NO DESENVOLVIMENTO DE PROJETOS

No que diz respeito as tecnologias de mini e microgeração distribuída, armazenamento de energia elétrica e automação predial

22/05/20 sexta-feira
16 HORAS horário local de Brasília
ZOOM plataforma

CRONOGRAMA

- 1 - Início: 16h;**
- 2 - Breve apresentação do Grupo;**
5 minutos
- 3 - Apresentação do trabalho e da ferramenta;**
15 minutos
- 4 - Comentários de cada categoria;**
20 minutos para cada categoria
- 5 - Encerramento: 17:40.**

O intuito desta etapa é analisar a ferramenta de maneira clara, objetiva e participativa do grupo convidado sobre tópicos (sejam eles Categorias, Princípios, Critérios, Descrição, Indicadores ou Referências) que forem identificados por cada participante como pontos a serem melhorados no Scorecard.

Agradeço pela disponibilidade em participar da segunda etapa de avaliações, analisando e contribuindo com a ferramenta desenvolvida.

SOBRE A PESQUISA

O objetivo da pesquisa de mestrado é o desenvolvimento de uma ferramenta concebida com base na estrutura de um o Scorecard qualitativo. O Scorecard proposto integra tecnologias de Mini e Microgeração Distribuída, Armazenamento de Energia Elétrica e Automação Predial e foi desenvolvida com o objetivo de subsidiar o processo de tomada de decisão no desenvolvimento de projetos, oferecendo diretrizes para a integração das tecnologias propostas, contribuindo no processo de projeto durante a fase de Design e fortalecendo a resiliência de edificações.

THIAGO TAVARES, mestrando da Pós-graduação da FAU/UnB - Sustentabilidade, Qualidade e Eficiência do ambiente construído.

ORIENTADORAS:

Prof. Dra. Raquel Naves Blumenschein,
Prof. Dra. Maria Vitoria Duarte Ferrari

9.2. Roteiro do Evento

Proposta para a oficina

- Apresentação dos participantes - 5 min. (todos)
- Apresentação do trabalho e da Ferramenta - 5 min. (Thiago)
- Comentário de cada Categoria - 25 min (Convidados, por ordem alfabética)
- Encerramento (Todos)

9.3. Mini e Microgeração

Princípio	Critério	Descrição	Indicadores	Referências
1.1 Conexões da rede de energia	1.1.1 Conexão à Rede elétrica externa	1.1.1.1 Garantir que o projeto tenha conexão com sistema de distribuição/transmissão de energia elétrica local.	<ul style="list-style-type: none"> Contrato com as concessionárias ou fornecedor do mercado livre de energia; <p>OU</p> <ul style="list-style-type: none"> Projeto elétrico de conexão aprovado de acordo com as normas técnicas da concessionária 	<p>Resolução Normativa ANEEL n° 482/2012</p> <p>Normas Técnicas da Concessionária Local</p>
	1.1.2 Estrutura da Rede elétrica interna	1.1.2.1 Garantir que o projeto elétrico da edificação possua toda estrutura necessária para funcionar com um sistema elétrico isolado da rede de energia elétrica local (operação ilhada)	<ul style="list-style-type: none"> Memorial descritivo das instalações elétricas descrevendo que o edifício é autossuficiente; <p>OU</p> <ul style="list-style-type: none"> Memorial de cálculo específico equalizando o consumo com a produção de energia elétrica; <p>OU</p> <ul style="list-style-type: none"> Relatório do consumo, a partir de simulação por software, demonstrando que o consumo é suprido pela produção local. <p>OU</p> <ul style="list-style-type: none"> Documento oriundo de uma certificação para construções qualificada atestando que o edifício é energeticamente autossuficiente; 	<p>Certificação LIVING BUILDING CHALLENGE 4.0</p> <p>EPA On-Site Renewable Energy Generation – Cap.06 Strategies for Effective Project Implementation</p>
		1.1.2.2 Garantir que a fonte de energia elétrica esteja localizada na própria edificação ou em local estratégico onde se possa manter controle local da manutenção	<ul style="list-style-type: none"> Indicação no projeto as conexões da fonte de energia elétrica com a unidade consumidora; <p>OU</p> <ul style="list-style-type: none"> Mapa de implantação da unidade de geração de energia elétrica, demonstrando que a mesma se encontra no local do consumo ou de fácil acesso em caso de necessidade de manutenção <p>OU</p> <ul style="list-style-type: none"> Contrato de fornecimento/compra de energia por contrato de locação com usinas solares instaladas na região da edificação <p>E</p> <p>Plano de manutenção do fornecedor</p> <p>E</p> <p>Plano de atuação em caso de falha e emergências.</p>	N/A

1.2 Geração de energia elétrica	1.2.1 Minimização dos Impactos ambientais e sociais da(s) geração(ões) de energia elétrica	1.2.1.1 Optar pela fonte de energia renovável e adequar o planejamento, o projeto e a vida útil de todo equipamento envolvido para evitar e/ou minimizar os impactos decorrentes da utilização	<ul style="list-style-type: none"> · Documento de adesão à padrões nacionais e internacionais de boas práticas; <p>OU</p> <ul style="list-style-type: none"> · Certificado ISO 14001; <p>OU</p> <ul style="list-style-type: none"> · Créditos do Certificado do BREAM INC 2016 - Man 03 Responsible construction practices; <p>OU</p> <ul style="list-style-type: none"> · Relatório de avaliação de impactos; <p>E</p> <p>Relatório de avaliação dos impactos ambientais e sociais, contendo recomendações para a evitar e/ou minimizar os impactos identificados, aprimoramento e operação sustentável a longo prazo da edificação e a definição de medidas de implementação de alto, médio e baixo impacto;</p>	Manual BREEAM 2019; Certificação LIVING BUILDING CHALLENGE 4.0
		1.2.1.2 Garantir que o equipamento escolhido, tal como as peças para uso e manutenção, possa ser encontrado na região do local de instalação.	<ul style="list-style-type: none"> · Contrato de fornecimento das tecnologias e materiais com fornecedor dentro de um raio de 500 Km (a menos que não esteja disponível, ver nota 1); <p>OU</p> <ul style="list-style-type: none"> · Comprovantes de compras evidenciando que a origem dos equipamentos está a uma distância igual ou menor que 500km da obra. <p>Ver item 1.2.2.1</p> <p><i>Nota 1: Caso não possa ser encontrado o equipamento no local do consumo ou o equipamento disponível não satisfaça o projeto, deve-se demonstrar o plano de manutenção preventiva e corretiva para minimizar o transporte em situações críticas</i></p>	
		1.2.3.3 Garantir o fornecimento de equipamentos e peças certificadas e de origem responsável	<ul style="list-style-type: none"> · Certificado de fornecimento responsável. 	
	1.2.3 Seleção da Tecnologia	1.2.3.1 Garantir que na escolha da tecnologia, sejam levadas em consideração a eficiência de conversão da energia primária e a maturidade da tecnologia no mercado. Ver item 4.1	<ul style="list-style-type: none"> · Relatório de pesquisa de mercado apontando as tecnologias disponíveis e evidenciando vantagens e desvantagens; <p>E</p> <p>Documento, como quadro comparativo ou relatório, que evidencia os estudos que direcionaram a escolha da tecnologia escolhida;</p> <p>OU</p>	

		· Selo de eficiência energética dos equipamentos escolhidos;	
	1.2.3.2 Garantir que foi utilizado um modelo de estudos econômicos (payback, por exemplo) para escolha da tecnologia	· Cópia do documento do estudo de viabilidade elaborado;	
	1.2.3.3 Garantir que a mão de obra a disposição seja adequada para construção e instalação do equipamento escolhido.	· Certificação de treinamento e capacitação da equipe responsável pela instalação e construção; OU · Registro técnico da qualificação dos profissionais de instalação; OU · Contrato com empresas de instalação e manutenção qualificadas;	
	1.2.3.4 Buscar melhor potencial de geração de energia elétrica para garantir a escolha adequada da fonte de energia renovável de geração de acordo com a disponibilidade na região a ser construída a edificação.	· Relatório do estudo do potencial energético das fontes renováveis disponíveis na região; OU · Documento que evidencia a escolha estratégica da fonte renovável com potencial mais favorável para geração de energia elétrica;	
1.2.4 Dimensionamentos	1.2.4.1 Dimensionar os sistemas elétricos (cabos, conexões, equipamentos, proteção, quadros) de acordo com as normas e padrões nacionais e internacionais a fim de assegurar o funcionamento adequado e garantir a segurança da operação do sistema.	· Memória de cálculo do projeto comprovando o correto dimensionamento do sistema desde a geração até a distribuição;	ABNT NBR 5410:2004 Versão Corrigida:2008
Ver item 1.2.5.2	Ver item 1.3	OU · Simulação por software do dimensionamento feito	Normas Técnicas da Concessionária Local
	1.2.4.2 Dimensionar a central de geração de acordo com normas e padrões nacionais e internacionais a fim de assegurar o fornecimento contínuo de energia elétrica e garantir a segurança do funcionamento do sistema	· Memória de cálculo do projeto comprovando o correto dimensionamento do sistema de geração; OU · Simulação por software do dimensionamento feito	
	1.2.4.3 Garantir o dimensionamento adequado do espaço físico onde todo equipamento será instalado e por onde a fiação passará visando a segurança na operação, manutenção e funcionalidade do sistema	· Projeto elétrico que identifique o espaço necessário para o adequado funcionamento dos equipamentos do sistema elétrico;	
1.2.5 Minimização de Custos	1.2.5.1 Garantir que todo o sistema elétrico (geração, transmissão, proteção) seja construído e operado levando em consideração o menor custo de implantação e manutenção.	· Orçamento com empresas especializadas para identificação da média de preços trabalhos no mercado; OU	Manual BREEAM 2019; Certificação LIVING BUILDING CHALLE

			<ul style="list-style-type: none"> · Dimensionamento preciso para evitar desperdícios com superdimensionamento de materiais <p>OU</p> <ul style="list-style-type: none"> · Estudo comparativo dos custos das fontes energéticas; <p>E</p> <p>Ata de reunião feita para deliberação das propostas</p>	<p>NGE 4.0</p> <p>Manual de boas Práticas IET</p>
		<p>1.2.5.2 Garantir que o dimensionamento seja baseado no consumo pertinente à edificação e evitar superdimensionamento. Isto pode ser feito a partir de modelos de edificações referência ou software para modelagem.</p> <p>Fazer link com item 1.2.4</p>	<ul style="list-style-type: none"> · Relatório de estudo da revisão elétrica total para avaliar equilíbrio de cargas na edificação 	
		<p>1.2.5.3 Garantir que as políticas e contratos do setor elétrico aplicado à tecnologia e à região foram levados em consideração na análise de viabilidade.</p>	<ul style="list-style-type: none"> · Clausula de análise demonstrando que este item foi considerado na análise da escolha da tecnologia. 	
		<p>1.2.5.4 Garantir que há um plano de manutenção periódico com as especificações pertinentes à tecnologia escolhida para geração.</p>	<ul style="list-style-type: none"> · Cópia do documento 	
	1.2.6 Metas para Consumo	<p>1.2.6.1 Garantir que haja uma meta para uso de energia nos departamentos e/ou ambientes específicos</p>	<ul style="list-style-type: none"> · Documento de estudo de previsão de carga de cada ambiente e/ou departamento separado e previsão de um submonitoramento de energia acessível aos usuários; 	
<p>1.2.6.2 Garantir que haja uma avaliação comparativa do consumo estabelecido para o ambiente ou do departamento, para que se possa verificar a eficiência no consumo.</p>		<ul style="list-style-type: none"> · Documento apontando com a base de comparação dos ambientes. 		
<p>1.2.6.3 Garantir que a energia excedente seja usada para créditos de compensação.</p>		<ul style="list-style-type: none"> · Relatório de produção e consumo gerado pelo banco de dados proveniente do controle de geração e consumo de energia elétrica. <p>OU</p> <ul style="list-style-type: none"> · Histórico da fatura detalhada do consumo de energia elétrica demonstrando que houve compensação e crédito por injetar de energia na rede 		
1.3 Segurança na operação do sistema	1.3.1 Projeto de Aterramento	<p>1.3.1.1 Garantir que seja desenvolvido o projeto de aterramento para proteção dos sistemas da edificação</p>	<ul style="list-style-type: none"> · Memorial descritivo do projeto com detalhes dos cálculos e estudos para o projeto; <p>OU</p>	<p>ABNT NBR 5410:2004 Versão Corrigida:2008</p>

			<ul style="list-style-type: none"> Projeto elétrico mostrando detalhamento de segurança OU <ul style="list-style-type: none"> Projeto de instalações de SPDA (Sistema de proteção contra descargas atmosféricas) 	
	1.3.2 Dispositivos de segurança elétrica	1.3.2.1 Garantir que há dispositivos de segurança adequados para o tipo de instalação feita	<ul style="list-style-type: none"> Projeto elétrico ou detalhamento demonstrando especificamente os dispositivos de segurança usados (DPS, por exemplo). 	
	1.3.3 Diversificação de fontes de energia elétrica;	1.3.3.1 Garantir que a energia elétrica não é dependente de apenas uma fonte de geração, para assegurar a resiliência e o fornecimento sem interrupções.	<ul style="list-style-type: none"> Caderno de encargos do projeto de instalações elétricas apontando quais são as fontes de energia elétrica da edificação e que há mais de uma fonte de energia (ex. fotovoltaica, eólica) 	
		1.3.3.2 Garantir que há um controle de uso das diferentes fontes de energia elétrica, assegurando que as fontes não entrarão em curto-circuito e/ou trabalhem em paralelismo	<ul style="list-style-type: none"> Caderno de encargos demonstrando o controle automatizado do uso das diferentes fontes de energia. 	
	1.3.4 Fornecimento seguro de equipamentos e peças para uso e manutenção	1.3.4.1 Garantir que o equipamento escolhido, tal como as peças para uso e manutenção, possa ser encontrado na região do local de instalação	<ul style="list-style-type: none"> Contrato de fornecimento das tecnologias e materiais com fornecedor dentro de um raio de 500 Km (a menos que não esteja disponível, ver nota 1) OU <ul style="list-style-type: none"> Comprovantes de compras evidenciando que a origem dos equipamentos está a uma distância igual ou menor que 500km da obra. Ver item 1.2.2.1 <ul style="list-style-type: none"> <i>Nota 1: Caso não possa ser encontrado o equipamento no local do consumo ou o equipamento disponível não satisfaça o projeto, deve-se demonstrar o plano de manutenção preventiva e corretiva para minimizar o transporte em situações críticas</i> 	Manual BREEAM 2019;

9.4. Armazenamento

Princípio	Critério	Descrição	Indicadores	Referências
2.1 Planejamento para o armazenamento	2.1.1 Autossuficiência no armazenamento de energia elétrica	2.1.1.1 Garantir que o projeto foi calculado para ser totalmente autossuficiente com relação ao uso de energia elétrica (operação ilhada) *Fazer link com 1.1.2.1 e 3.3.2.3	<ul style="list-style-type: none"> Memorial descritivo das instalações elétricas descrevendo que o edifício é autossuficiente; OU	-

		<ul style="list-style-type: none"> • Memorial de cálculo específico equalizando o consumo com a produção de energia elétrica; <p>OU</p> <ul style="list-style-type: none"> • Relatório do consumo, a partir de simulação por software, demonstrando que o consumo é suprido pela produção local. <p>OU</p> <ul style="list-style-type: none"> • Documento oriundo de uma certificação para construções qualificada atestando que o edifício é energeticamente autossuficiente; 	
	2.1.1.2 Garantir que a capacidade de armazenamento de energia elétrica foi devidamente calculada	<ul style="list-style-type: none"> • Memorial de cálculo do projeto comprovando o correto dimensionamento do sistema do armazenamento de energia elétrica. <p>OU</p> <ul style="list-style-type: none"> • Simulação por software do consumo e uso da energia elétrica estocada 	
	2.1.1.3 Garantir que há uma conexão com a rede local e usar o sistema de compensação como um elemento de armazenamento. *Fazer link com 1.2.6.3	<ul style="list-style-type: none"> • Relatório de produção e consumo gerado pelo banco de dados proveniente do controle de geração e consumo de energia elétrica. <p>OU</p> <ul style="list-style-type: none"> • Histórico da fatura detalhada do consumo de energia elétrica demonstrando que houve compensação e crédito por injetar de energia na rede 	
2.1.2 Escolha da Tecnologia	2.1.2.1 Garantir que a tecnologia empregada na edificação seja a mais efetiva para a necessidade desejada na edificação	<ul style="list-style-type: none"> • Resultados de cálculos e simulações de uso de diferentes tipos de armazenamento de energia elétrica, demonstrando as vantagens de cada esquema de armazenamento; <p>OU</p> <ul style="list-style-type: none"> • Quadro comparativo apresentando as tecnologias consideradas para o projeto com suas vantagens e desvantagens 	
2.1.3 Critério de Dimensionamentos	2.1.3.1 Dimensionar os sistemas elétricos (cabos, conexões, equipamentos, proteção, quadros) de acordo com as normas e padrões nacionais e internacionais a fim de assegurar o	<ul style="list-style-type: none"> • Memória de cálculo do projeto comprovando o correto dimensionamento do sistema de armazenamento; <p>OU</p>	

		funcionamento adequado e garantir a segurança da operação do sistema.	<ul style="list-style-type: none"> • Simulação por software do dimensionamento feito 	
		2.1.3.2 Dimensionar a central de armazenamento de acordo com normas e padrões nacionais e internacionais a fim de assegurar o fornecimento contínuo de energia elétrica e garantir a segurança do funcionamento do sistema	<ul style="list-style-type: none"> • Memória de cálculo do projeto comprovando o correto dimensionamento da central de armazenamento; de energia elétrica; <p>OU</p> <ul style="list-style-type: none"> • Simulação por software do dimensionamento feito 	
		2.1.3.3 Garantir o dimensionamento adequado do espaço físico onde todo equipamento vai ser instalado e por onde os eletrodutos irão passar visando a segurança na operação, manutenção e funcionalidade do sistema	<ul style="list-style-type: none"> • Projeto elétrico que identifique o espaço necessário para o adequado funcionamento dos equipamentos do sistema elétrico 	
	2.1.4 Minimização de Custo	2.1.4.1 Garantir que todo o sistema elétrico seja construído, e operado levando em consideração o melhor custo/benefício.	<ul style="list-style-type: none"> • Orçamento com empresas especializadas para identificação da média de preços trabalhos no mercado; <p>OU</p> <ul style="list-style-type: none"> • Dimensionamento preciso para evitar desperdícios com superdimensionamento de materiais 	
	2.1.5 Monitoramento e supervisão do sistema Fazer link com 3. Automação	2.1.5.1 Garantir que haja mecanismos para monitorar o nível de energia do armazenamento proposto e o controle do processo de carga e descarga de energia	<ul style="list-style-type: none"> • Plano de monitoramento dos níveis de energia apontando o sistema que fará o controle do funcionamento; 	
2.2 Segurança de operação do sistema	2.2.1 Proteção dos sistemas elétricos da edificação	2.2.1.1 Garantir que seja desenvolvido o projeto de aterramento para proteção dos sistemas de armazenamento de energia elétrica da edificação	<ul style="list-style-type: none"> • Memorial descritivo do projeto com detalhes dos cálculos e estudos para o projeto; <p>OU</p> <ul style="list-style-type: none"> • Projeto elétrico demonstrando detalhamento dos sistemas de aterramento elétrico e dispositivos de proteção 	ABNT NBR 5410:2004 Versão Corrigida:2008 ABNT NBR 16690 ABNT NBR 16767
		2.2.1.2 Garantir que há dispositivos de segurança adequados para o tipo de instalação feita		
	2.2.3 Manutenção	2.2.3.1 Garantir que há um plano de manutenção para que o armazenamento proposto esteja em funcionamento quando for requisitado	<ul style="list-style-type: none"> • Documento demonstrando o planejamento de manutenção estabelecido para a edificação; <p>OU</p> <ul style="list-style-type: none"> • Contrato com equipe de manutenção e prevenção; 	

9.5. Automação

Princípio	Critério	Descrição	Indicadores	Referências
3.1 Sistema de gerenciamento de operação da edificação	3.1.1 Confiabilidade da estrutura de comunicação do sistema	3.1.1.1 Garantir que haja um estudo do sistema de comunicação mais adequado para troca de informação dos equipamentos de automação	<ul style="list-style-type: none"> Estudo e laudo do sistema mais adequado de comunicação para o projeto 	ISO 16484-5 ISO/IEC 14543-3
		3.1.1.2 Garantir a compra e uso módulos e equipamentos certificados, interoperáveis e com diversidade de fornecedores e prestadores de serviços;	<ul style="list-style-type: none"> Documento demonstrando que o equipamento é compatível com o uso de Plataforma abertas de comunicação, como: <ul style="list-style-type: none"> OPCs - Open Platform Communications; BACnet - Building Automation and Control net; KNX – Konnex Ou similares; OU Laboratórios de teste de terceiros credenciados atestando que o sistema foi implementado com sucesso; 	
		3.1.1.3 Garantir que haja capacidade de comunicação entre os dispositivos de entrada real, o atuador, o modulo e os equipamentos e dispositivos do sistema de controle;	<ul style="list-style-type: none"> Cópia do manual, datasheet, ou documento similar, dos equipamentos utilizados no projeto, apontando a capacidade de comunicação entre si; 	N/A
		3.1.1.4 Garantir que haja um plano de manutenção do sistema por prestadores certificados pelas associações e/ou fabricantes das soluções adotadas;	<ul style="list-style-type: none"> Contrato com o fornecedor da manutenção; OU <ul style="list-style-type: none"> Certificado de treinamento da equipe da edificação para manutenção E Caderno com plano de manutenção.	
		3.1.1.5 Garantir que haja um Sistemas de Supervisão e Aquisição de Dados (SCADA) adequado para a edificação	<ul style="list-style-type: none"> Memoriais descritivos e manuais de operação do aplicativo indicado; 	
	3.1.2 Equipamentos de monitoramento/supervisão	3.1.2.1 Garantir que os equipamentos de <u>monitoramento e supervisão</u> da automação possam fazer o trabalho de maneira satisfatória	<ul style="list-style-type: none"> Termo de compromisso, declaração dos fabricantes, fornecedores e/ou projetistas confirmando que os equipamentos de monitoramento abrangem as características de acordo com o projetado; OU <ul style="list-style-type: none"> Certificação reconhecida nacionalmente ou internacionalmente; 	ISO 16484-5 ISO/IEC 14543-3

		<p>OU</p> <ul style="list-style-type: none"> • Confirmação que o sistema similar funciona em uma edificação referência e que pode ser replicado no projeto proposto;
	3.1.2.2 Garantir que os equipamentos possuam capacidade de comunicação com os sistemas de controle;	<ul style="list-style-type: none"> • Documento demonstrando que o equipamento é compatível com Plataforma abertas de comunicação, como: <ul style="list-style-type: none"> ▪ OPCS - Open Platform Communications; ▪ BACnet - Building Automation and Control net; ▪ KNX - Konnex ▪ Ou similares; <p>OU</p> <ul style="list-style-type: none"> • Certificado da BACnet Testing Laboratories ("BTL") atestando que o sistema foi implementado com sucesso;
3.1.3 Equipamentos de controle de automação (dispositivos de entrada e atuadores)	3.1.3.1 Garantir que os equipamentos de <u>controle</u> da automação possam fazer o trabalho de maneira adequada	<ul style="list-style-type: none"> • Confirmação que o sistema similar funciona em uma edificação referência e que pode ser replicado no projeto proposto; <p>E</p> <ul style="list-style-type: none"> • Termo de compromisso, declaração dos fabricantes, fornecedores e/ou projetistas confirmando que os equipamentos e sensores abrangem as características de acordo com o projetado; <p>OU</p> <ul style="list-style-type: none"> • Confirmação por parte de autoridades locais que o fabricante e fornecedor estão ligados a esquemas de certificação reconhecidos nacionalmente ou internacionalmente;
	3.1.3.2 Garantir que haja a elaboração de um caderno de critérios de desempenho e de um roteiro de testes que deverão ser validados na fase de comissionamento	<ul style="list-style-type: none"> • Cópia do documento.

	3.1.4 Atendimento a emergência	3.1.4.1 Garantir que há um plano de gerenciamento da energia em caso de cessar o fornecimento de energia elétrica. A energia elétrica armazenada deve ser usada de maneira eficiente e de maneira hierárquica preservando os serviços essenciais para resiliência da edificação	<ul style="list-style-type: none"> • Memorial de programação e planejamento para situação emergencial indicando diretrizes do sistema de comando para uso eficiente e hierárquico da energia. O plano deve apontar quais sistemas serão priorizados e a estratégia para gestão da energia elétrica; 	
		3.1.4.2 Garantir que há um plano de comunicação e alarme para situações em que equipamentos não atuarem de maneira devida ou houver falha na aquisição de dados	<ul style="list-style-type: none"> • Cópia do documento de diretrizes para alertas em caso de falhas no sistema. 	
3.2 Estrutura dos sistemas	3.2.1 Dimensionamento da Sala de comando	3.2.1.1 Garantir o dimensionamento adequado da sala de comando onde os computadores de supervisão e programação poderão ser instalados e por onde a fiação passará, visando a segurança na operação, manutenção e funcionalidade do sistema de automação predial	<ul style="list-style-type: none"> • Memória de cálculo do projeto comprovando o correto dimensionamento das salas de comando; <p>OU</p> <ul style="list-style-type: none"> • Projeto elétrico que identifique o espaço necessário para o adequado funcionamento dos equipamentos do sistema de automação predial; <p>OU</p> <ul style="list-style-type: none"> • Prancha do projeto de automação predial e memorial descritivo especificando o dimensionamento do espaço em que será instalado, bem como os cálculos pertinentes. 	ISO 16484-5 ISO/IEC 14543-3 Manual BREEAM 2019; Certificação LIVING BUILDING CHALLE
		3.2.1.2 Garantir que o projeto da sala de controle e comandos foi feito pensando no conforto do usuário para permitir o trabalho mais eficiente dos operadores e/ou usuários;		NGE 4.0
	3.2.2 Dimensionamento dos Equipamentos	3.2.2.1 Dimensionar a sala de instalação dos equipamentos e módulos de automação de acordo com normas e padrões nacionais e internacionais a fim de assegurar o fornecimento contínuo do serviço de automação predial e garantir a segurança do funcionamento de controle do sistema	<ul style="list-style-type: none"> • Memória de cálculo do projeto comprovando o correto dimensionamento do sistema de automação predial de todo sistema; <p>OU</p> <ul style="list-style-type: none"> • Projeto elétrico que identifique o espaço necessário para o adequado funcionamento dos equipamentos do sistema de automação predial; <p>OU</p> <ul style="list-style-type: none"> • Prancha do projeto de automação predial e memorial descritivo especificando o equipamento, bem como os cálculos pertinentes. 	
		3.2.2.2 Garantir que o projeto da sala de equipamentos foi feito pensando no conforto do usuário para permitir o trabalho e manutenção mais eficiente;		

	3.2.3 Cabos - Dimensionamento dos Sistemas elétricos	3.2.3.1 Dimensionar os sistemas elétricos (cabos, conexões, equipamentos, proteção, quadros) de acordo com as normas e padrões nacionais e internacionais a fim de assegurar o funcionamento adequado e garantir a segurança da operação do sistema de automação predial	<ul style="list-style-type: none"> • Memória de cálculo do projeto comprovando o correto dimensionamento do sistema de automação predial e dos cabos e equipamentos de todo sistema; 	
		3.2.3.2 Garantir que haja um estudo da topologia de rede adequado para o projeto;	OU	
		3.2.3.3 Garantir haja a redundância do cabeamento crítico da rede a fim de aumentar a confiabilidade do sistema	<ul style="list-style-type: none"> • Prancha do projeto de automação predial e memorial descritivo especificando a fiação e dutos condutores que deverão ser usados, bem como os cálculos pertinentes. 	
3.3 Segurança	3.3.1 Sistema de segurança	3.3.1.1 Garantir que o aplicativo utilizado no comando de automação predial da edificação possa identificar erros e falhas no sistema elétrico de mini e microgeração distribuída, armazenamento de energia elétrica e automação predial, atuando de maneira eficiente para evitar que os sistemas possam colocar em risco a segurança dos usuários	<ul style="list-style-type: none"> • Termo de compromisso, declaração dos fabricantes, fornecedores e/ou projetistas confirmando que os softwares abrangem as características de acordo com o projetado; 	
		3.3.1.2 Garantir a utilização de um Banco de Dados robusto que acompanhe o desempenho dos sistemas elétricos da edificação, o sistema deve informar (não se limitando somente a isso): <ul style="list-style-type: none"> • A quantidade de geração de energia elétrica diária; • O consumo de energia elétrica da edificação diária; • A quantidade de energia armazenada; • A saúde das máquinas de geração de energia elétrica; • A quantidade e qualidade da energia injetada na rede; 	<ul style="list-style-type: none"> • Relatório do banco de dados apontando as informações coletadas pelo sistema de automação predial. 	
		3.3.1.3 Garantir que há equipamentos para identificação e proteção de patrimônios e de pessoas da edificação integrados ao sistema de controle predial.	<ul style="list-style-type: none"> • Especificação no projeto de automação predial contendo equipamentos como Alarmes de incêndio, equipamentos de Vigilância (câmeras, sensor de presença) 	

3.3.2 Sistema de Proteção	3.3.2.1 Garantir que o sistema de monitoramento predial tenha funcionamento constante	<ul style="list-style-type: none"> • Especificação no projeto de automação predial contendo equipamentos como: <ul style="list-style-type: none"> ▪ No Breaks ▪ Baterias Individuais ▪ Sistemas de backup de funcionamento de energia exclusivo para o sistema de automação da edificação 	NBR 5410 ANEEL
	3.3.2.2 Garantir que haja um estudo dos equipamentos e traçar medidas de Tolerância a falhas (<i>failover</i>), observando a tipologia da edificação, análise da redundância necessária e caracterizar o nível de proteção que se deseja alcançar.	<ul style="list-style-type: none"> • Memoriais descritivos e manuais de operação com as diretrizes de Tolerância de Falhas (<i>failover</i>). 	
	3.3.2.3 Garantir que haja um estudo dos sistemas e controles críticos para a Operação Ilhada (independente da rede), como monitoramento do uso da energia, estoque de energia, geração diária média, entre outros fatores. *Fazer link com 1.1.2.1 e 2.1.1.1	<ul style="list-style-type: none"> • Memoriais descritivos e manuais de operação com as diretrizes de Operação Ilhada 	
	3.3.2.3 Garantir que haja um estudo para verificar o nível de segurança que se deseja ter sobre os dados obtidos	<ul style="list-style-type: none"> • Um aplicativo de monitoramento de dados foi devidamente instalado para proteção das informações do sistema contra invasores 	

9.6. Projeto Integrado

Princípio	Critério	Descrição	Indicadores	Referências
4.1 Uso da tecnologia	4.1.1 Capacitação técnica para uso da tecnologia	4.1.1.1 Garantir o investimento na capacitação técnica da equipe de projeto OU contratação de terceiro com capacidade técnica para avaliar as soluções tecnológicas propostas	<ul style="list-style-type: none"> • Contrato com o terceiro que prestou serviço de consultoria OU <ul style="list-style-type: none"> • Certificado da participação da equipe em treinamento de qualificação técnica 	
		4.1.1.2 Garantir que foi realizado um treinamento do usuário E/OU disponibilizado manual de uso e manutenção foi para o usuário da edificação	<ul style="list-style-type: none"> • Cópia do manual do usuário OU <ul style="list-style-type: none"> • Comprovante do treinamento realizado com o usuário OU	

			<ul style="list-style-type: none"> • Documento de manual de uso da edificação 	
4.2 Desenvolvimento do projeto	4.2.1 Controle do Processo de projeto	4.2.1.1 Garantir que as soluções de mini e microgeração distribuída, armazenamento de energia elétrica e automação predial foram aplicadas na fase de pré-projeto	<ul style="list-style-type: none"> • Memoriais descritivos e manuais de operação; <p>E</p> <ul style="list-style-type: none"> • Plano de integração das tecnologias de mini e microgeração distribuída, armazenamento de energia elétrica e automação predial <p>E</p> <p>Projeto de detalhamento das soluções de mini e microgeração distribuída, armazenamento de energia elétrica e automação predial</p>	
		4.2.1.2 Garantir o mapeamento de possíveis falhas de segurança e defeitos do sistema de mini e microgeração distribuída, armazenamento de energia elétrica e automação predial	<ul style="list-style-type: none"> • Relatório de falhas e estudo dos impactos que o sistema pode estar suscetível <p>OU</p> <ul style="list-style-type: none"> • Documento com recomendações de segurança detectados pela equipe técnica 	
		4.2.1.3 Garantir que o sistema de mini e microgeração distribuída, armazenamento de energia elétrica e automação predial foi integrado em harmonia ao projeto arquitetônico da edificação	<ul style="list-style-type: none"> • Estudo da equipe de arquitetura demonstrando que foram consideradas as tecnologias de mini e microgeração distribuída, armazenamento de energia elétrica e automação predial desde a concepção da edificação. <p>OU</p> <ul style="list-style-type: none"> • Plano de integração das tecnologias de mini e microgeração distribuída, armazenamento de energia elétrica e automação predial 	
		4.2.1.4 Garantir que as equipes de arquitetura e design interagiram com a equipe de tecnologia de mini e microgeração distribuída, armazenamento de energia elétrica e automação predial e que as escolhas de tecnologia foram feitas baseadas por meio de cálculos específicos e/ou simulações computacionais.	<ul style="list-style-type: none"> • Cópia das atas de reunião com a participação dos especialistas e equipe de projeto. <p>E</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cópia do memorial descritivo dos projetos de mini e microgeração distribuída, armazenamento de energia elétrica e automação predial <p>E</p> <p>Aplicação das soluções de acordo com relatório de simulações de <i>clash detection</i></p> <p>OU</p>	

			<ul style="list-style-type: none"> • Cópia do relatório de simulação realizado mediante ao dimensionamento realizado para o projeto. 	
4.3 Suporte de projeto	4.3.1 Sistema de Segurança	4.3.1.1 Garantir que os sistemas de segurança previstos no projeto foram devidamente implementados.	<ul style="list-style-type: none"> • Lista dos processos de segurança implementados no projeto 	
	4.3.2 Monitoramento dos sistemas	4.3.2.1 Garantir o monitoramento dos sistemas implementados no projeto	<ul style="list-style-type: none"> • Relatório de dados do implementado no projeto 	
	4.3.3 Replicação	4.3.3.1 Identificar as dificuldades no processo técnico dos trabalhos realizados para implementar o processo de projeto, a fim de realinhar treinamento ou indicar treinamento.	<ul style="list-style-type: none"> • Relatório de dados implementados no projeto devidamente analisados pelos coordenadores de processo da empresa <p>E Novo sumário executivo dos processos da empresa</p>	

APÊNDICE C - Terceiro Scorecard e validação do Especialistas

Mini e Microgeração

Princípio	Critério	Descrição	Indicadores	Referências	Agregação de valor	Exequibilidade	Verificabilidade	Comentários, crítica, sugestão...
1.1 Conexões da rede de energia	1.1.1 Conexão à Rede elétrica externa	1.1.1.1 Elaborar o projeto de forma que haja conexão com sistema de subtransmissão/distribuição de energia elétrica local.	<ul style="list-style-type: none"> Contrato com as concessionárias ou fornecedor do mercado livre de energia; <p>OU</p> <ul style="list-style-type: none"> Projeto elétrico de conexão aprovado de acordo com as normas técnicas da concessionária 	Resolução Normativa ANEEL nº 482/2012				
		1.1.1.2 Aprovar o projeto de conexão com a rede na concessionária local	<ul style="list-style-type: none"> Cópia do documento de aprovação da concessionária 	Normas Técnicas da Concessionária Local				
	1.1.2 Estrutura da Rede elétrica interna	<p>1.1.2.1 Desenvolver o projeto elétrico da edificação de forma que possua toda estrutura necessária para funcionar com um sistema elétrico isolado da rede de energia elétrica local (operação ilhada)</p> <p>*Fazer Link com 2.1.1.1 e 3.3.2.3</p>	<ul style="list-style-type: none"> Memorial descritivo das instalações elétricas descrevendo que o edifício é autossuficiente; <p>OU</p> <ul style="list-style-type: none"> Memorial de cálculo específico equalizando o consumo com a produção de energia elétrica; <p>OU</p> <ul style="list-style-type: none"> Relatório do consumo, a partir de simulação por software, demonstrando que o consumo é suprido pela produção local. <p>OU</p>	<p>Certificação LIVING BUILDING CHALLENGE 4.0</p> <p>EPA On-Site Renewable Energy Generation – Cap.06 Strategies for Effective Project Implementation</p>				

		<p>Nota: É importante haver tanto a geração na edificação quanto a conexão com a rede local para que haja uma segurança no fornecimento, melhorando também a qualidade da energia elétrica. Quanto mais fonte de energia, melhor é a resiliência da edificação.</p>	<ul style="list-style-type: none"> Documento oriundo de uma certificação para construções qualificada atestando que o edifício é energeticamente autossuficiente; 				X	<p>Não estou seguro que as certificações consideram a operação ilhada. Lembro que algumas avaliam se é "net-zero", mas não necessariamente ficar ilhado por um tempo. Sugiro só conferir isso.</p>
		<p>1.1.2.2 Garantir que a fonte de energia elétrica esteja localizada na própria edificação ou em local estratégico onde se possa manter controle local da manutenção</p>	<ul style="list-style-type: none"> Indicação no projeto as conexões da fonte de energia elétrica com a unidade consumidora; <p>OU</p> <ul style="list-style-type: none"> Mapa de implantação da unidade de geração de energia elétrica, demonstrando que a mesma se encontra no local do consumo ou de fácil acesso em caso de necessidade de manutenção <p>OU</p> <ul style="list-style-type: none"> Contrato de fornecimento/compra de energia por contrato de locação com usinas solares instaladas na região da edificação <p>E</p> <p>Plano de manutenção do fornecedor</p> <p>E</p> <p>Plano de atuação em caso de falha e emergências.</p>	N/A			X	<p>Acho que não deveria especificar fonte solar. Principalmente em áreas rurais, é possível desenvolver projetos com outras fontes, como biomassa e CGH.</p>
1.2 Geração de energia elétrica	1.2.1 Minimização dos Impactos ambientais e sociais da(s) geração(ões) de energia elétrica	1.2.1.1 Optar pela fonte de energia renovável e adequar o planejamento, o projeto e a vida útil de todo equipamento envolvido para evitar e/ou minimizar os impactos decorrentes da utilização	<ul style="list-style-type: none"> Documento de adesão à padrões nacionais e internacionais de boas práticas; <p>OU</p> <ul style="list-style-type: none"> Certificado ISO 14001; <p>OU</p>	Manual BREEAM 2019; Certificação LIVING BUILDING CHALLE NGE 4.0 Política Nacional de Mudanças Climáticas				

		<ul style="list-style-type: none"> • Créditos do Certificado do BREAM INC 2016 - Man 03 Responsible construction practices; <p>OU</p> <ul style="list-style-type: none"> • Relatório de avaliação de impactos; <p>E</p> <p>Relatório de avaliação dos impactos ambientais e sociais, contendo recomendações para a evitar e/ou minimizar os impactos identificados, aprimoramento e operação sustentável a longo prazo da edificação e a definição de medidas de implementação de alto, médio e baixo impacto;</p>	<p>Panorama Ambiental Global</p> <p>GEO 5</p> <p>GEO 6</p> <p>Política nacional de resíduos sólidos (PNRS) Lei 12.305/2010</p> <p>Decreto regulamentador 7404:2010</p>				
	1.2.1.2 Selecionar, preferencialmente, fornecedores locais de forma que os equipamentos, tal como as peças para uso e manutenção, possam ser encontrados na região do local de instalação	<ul style="list-style-type: none"> • Contrato de fornecimento das tecnologias e materiais com fornecedor dentro de um raio de 500 Km (a menos que não esteja disponível, ver <u>nota 1</u>); <p>OU</p> <ul style="list-style-type: none"> • Comprovantes de compras evidenciando que a origem dos equipamentos está a uma distância igual ou menor que 500km da obra. <p>Ver item 1.2.2.1</p> <p><i>Nota 1: Caso não possa ser encontrado o equipamento no local do consumo ou o equipamento disponível não satisfaça o projeto, deve-se demonstrar o plano de manutenção preventiva e corretiva para minimizar o transporte em situações críticas</i></p>					
	1.2.1.3 Selecionar, preferencialmente, equipamentos e peças de	<ul style="list-style-type: none"> • Certificado de fornecimento responsável. 					

	origem responsável ou certificada.						
	1.2.1.4 Considerar estudos sobre mudanças climáticas locais e projeções de mudanças futuras, propondo soluções de mini e microgeração distribuída, armazenamento de energia elétrica e automação predial para mitigar possíveis problemas	<ul style="list-style-type: none"> Evidência de que a tecnologia selecionada contribui para mitigar os impactos das mudanças climáticas OU <ul style="list-style-type: none"> Relatório de ações e soluções a ser tomadas para mitigar os impactos 			X	X	Acho meio complicado encontrar um estudo de impacto de mudanças climáticas para cada local. Portanto, esse item pode ser pouco exequível. Quanto à verificabilidade, acho que os dois indicadores têm focos distintos. O primeiro parece que o sistema de geração ajuda a reduzir os impactos globais (por exemplo, reduzindo emissões). O segundo diz respeito ao sistema ser resiliente para funcionar em um ambiente adverso.
	31.2.1.5 Planejar o descarte em destinação adequada dos equipamentos em caso de manutenção e troca, principalmente aqueles sujeitos à logística reversa	<ul style="list-style-type: none"> Plano de gerenciamento de resíduos eletro-eletrônicos Planilha de controle de descarte e entrega; 					
1.2.3 Seleção da Tecnologia	1.2.3.1 Na escolha da tecnologia, considerar a eficiência de conversão da energia primária e a maturidade da tecnologia no mercado, considerando o custo dessa geração (\$/kW.gerado) e a variação de potência entregue durante o dia devido à sazonalidade da geração (também conhecida como "horosazonalidade")	<ul style="list-style-type: none"> Relatório de pesquisa de mercado apontando as tecnologias disponíveis e evidenciando vantagens e desvantagens; 	N/A		X		Não sei se está falando só de solar, mas acho que quando se trata de diversas fontes, avaliar o R\$/kW não faz sentido, porque o fator de capacidade é diferente. Quanto à eficiência, também não acho que seja um bom balizador. Energia FV tem uma eficiência bem baixa, mas pode fazer mais sentido que uma turbina eólica. Acho que deveria pensar em outras métricas. A meu ver, se a tecnologia consegue atender a carga com baixo custo e resiliência, ok. Não

							precisaria olhar para a eficiência de conversão.
		<p><i>Nota: O custo e a sazonalidade podem apresentar as principais vantagens e desvantagens na escolha da tecnologia, mas o relatório não deve se ater apenas a estes indicadores</i></p>	<p>E Documento, como quadro comparativo ou relatório, que evidencia os estudos que direcionaram a escolha da tecnologia escolhida;</p> <p>OU</p> <ul style="list-style-type: none"> Selo de eficiência energética dos equipamentos escolhidos, apontando o custo e a sazonalidade de geração; 				
		1.2.3.2 Utilizar um modelo de estudos econômicos (payback ou taxa interna de retorno, por exemplo) para escolha da tecnologia	<ul style="list-style-type: none"> Cópia do documento do estudo de viabilidade elaborado; 				
		1.2.3.3 Selecionar pessoal capacitado/qualificado/habilitado para construção do equipamento escolhido.	<ul style="list-style-type: none"> Certificação de treinamento e capacitação da equipe responsável pela instalação e construção; <p>OU</p> <ul style="list-style-type: none"> Registro técnico da qualificação dos profissionais de instalação; <p>OU</p> <ul style="list-style-type: none"> Contrato com empresas de instalação e manutenção qualificadas ; 				
		1.2.3.4 Identificar a melhor fonte de energia renovável da região a ser construída a edificação, garantindo a escolha adequada das fontes para geração de energia elétrica de acordo com a disponibilidade	<ul style="list-style-type: none"> Relatório do estudo do potencial energético das fontes renováveis disponíveis na região; <p>OU</p> <ul style="list-style-type: none"> Documento que evidencia a escolha estratégica da fonte renovável com potencial mais favorável para geração de energia elétrica; 	N/A		X	O estudo de potencial energético não garante a identificação da "melhor fonte"

1.2.4 Dimensionamentos	Ver item 1.2.5.2; 1.2.6.5	1.2.4.1 Dimensionar os sistemas elétricos (cabos, conexões, equipamentos, proteção, quadros) de acordo com as normas e padrões nacionais e internacionais a fim de assegurar o funcionamento adequado e garantir a segurança da operação do sistema.	<ul style="list-style-type: none"> • Memória de cálculo do projeto comprovando o correto dimensionamento do sistema desde a geração até a distribuição; 	ABNT NBR 5410:2004 Versão Corrigida:2008					
		Ver item 1.3	<p>OU</p> <ul style="list-style-type: none"> • Simulação por software do dimensionamento feito 						Normas Técnicas da Concessionária Local
		1.2.4.2 Dimensionar o sistema elétrico (cabos, conexões, equipamentos, proteção, quadros) visando o crescimento da edificação e aumento da demanda de energia elétrica, assegurando que a instalação comporta as mudanças de uso da edificação.	<ul style="list-style-type: none"> • Evidência de que houve uma análise da evolução que terá na edificação E que o dimensionamento foi feita considerando esta análise. 						
		<p><i>Nota: É importante que se realize o projeto visando atender as normativas e visar o menor custo de implantação, mas é essencial avaliar o aumento do consumo energético da edificação ao longo dos anos e considerar esta análise no dimensionamento do projeto elétrico</i></p>							
1.2.4.3 Dimensionar a central de geração de acordo com normas e padrões nacionais e internacionais a fim de assegurar o fornecimento contínuo de energia elétrica e garantir a segurança do funcionamento do sistema	<ul style="list-style-type: none"> • Memória de cálculo do projeto comprovando o correto dimensionamento do sistema de geração; <p>OU</p> <ul style="list-style-type: none"> • Simulação por software do dimensionamento feito 		X	Sugiro dar uma olhada nas normas da ABNT sobre sistemas fotovoltaicos. 16690:2019 16274:2014 16150:2013					
1.2.4.4 Dimensionar adequadamente o espaço físico onde todo equipamento será instalado e por onde a fiação passará visando a segurança na	<ul style="list-style-type: none"> • Projeto elétrico que identifique o espaço necessário para o adequado funcionamento dos equipamentos do sistema elétrico; 								

	operação, manutenção e funcionalidade do sistema							
1.2.5 Minimização de Custos	1.2.5.1 Construir e operar o sistema elétrico de geração, considerando o menor custo de implantação e manutenção.	<ul style="list-style-type: none"> Orçamento com empresas especializadas para identificação da média de preços trabalhos no mercado; <p>OU</p> <ul style="list-style-type: none"> Dimensionamento preciso para evitar desperdícios com superdimensionamento de materiais <p>OU</p> <ul style="list-style-type: none"> Estudo comparativo dos custos das fontes energéticas; <p>E</p> <p>Ata de reunião feita para deliberação das propostas</p>	Manual BREEAM 2019; Certificação LIVING BUILDING CHALLE NGE 4.0 Manual de boas Práticas IET EVO - Protocolo Internacional de Medição e Verificação de Performance Certified Energy Managment – CEM					
	1.2.5.2 Dimensionar o projeto elétrico baseado no consumo pertinente à edificação e evitar superdimensionamento. Isto pode ser feito a partir de modelos de edificações referência ou software para modelagem. Ver item 1.2.4	<ul style="list-style-type: none"> Relatório de estudo da revisão elétrica total para avaliar equilíbrio de cargas na edificação 			X			O dimensionamento já não está coberto pelo item 1.1.2.1?
	1.2.5.3 Fazer análise de viabilidade considerando as políticas e contratos do setor elétrico aplicadas a tecnologia e região.	<ul style="list-style-type: none"> Clausula de análise demonstrando que este item foi considerado na análise da escolha da tecnologia. 			X			Poderia ser juntado com o item 1.2.5.1
	1.2.5.4 Elaborar um plano de manutenção periódico com as especificações pertinentes à tecnologia escolhida para geração.	<ul style="list-style-type: none"> Cópia do documento 						

	<p>1.2.5.5 Incorporar equipamentos das instalações considerando os usos finais, isto é, considerando a potência instalada desses equipamentos e considerando seus rendimentos, ou seja, seu serviço de energia, garantindo seu rendimento máximo com consumo mínimo.</p> <p><i>Nota: O cálculo deve considerar a previsão de aumento de demanda energética da edificação.</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> Relatório de análise dos usos finais, atestando que o equipamento está dimensionado e corresponde à demanda da edificação. 		X				Não está claro para mim. Seria um projeto de eficiência energética?
1.2.6 Metas para Consumo	1.2.6.1 Estabelecer uma meta para uso de energia nos departamentos e/ou ambientes específicos.	<ul style="list-style-type: none"> Documento de estudo de previsão de carga de cada ambiente e/ou departamento separado e previsão de um submonitoramento de energia acessível aos usuários; Documento apontando a base de comparação dos ambientes. 	Manual BREEAM 2019; Certificação LIVING BUILDING CHALLE					
	1.2.6.2 Realizar uma avaliação comparativa do consumo elétrico do ambiente ou departamento da edificação baseado em uma referência de mesma funcionalidade e carga similar, para que se possa verificar a eficiência no consumo.		NGE 4.0					
	1.2.6.3 Utilizar energia excedente para créditos de compensação.	<ul style="list-style-type: none"> Relatório de produção e consumo gerado pelo banco de dados proveniente do controle de geração e consumo de energia elétrica. <p>OU</p>	Manual de boas Práticas IET EVO - Protocolo Internacional de Medição e Verificação de Performance	X				Isso não deveria ser uma meta. O ideal seria minimizar o excedente.

			<ul style="list-style-type: none"> Histórico da fatura detalhada do consumo de energia elétrica demonstrando que houve compensação e crédito por injetar de energia na rede 	Certified Energy Management – CEM				
		1.2.6.4 Utilizar estratégias passivas de arquitetura, no intuito de mitigar o consumo de energia elétrica pelo aproveitamento de recursos naturais	<ul style="list-style-type: none"> Aplicação assertiva de estratégias de conforto ambiental e Bioclimatismo no projeto de arquitetura, desde sua concepção; <p>OU</p> <ul style="list-style-type: none"> Simulação computacional de iluminação natural e artificial, ventilação natural e renovação de ar, dentre outras, com capacidade de verificação dos recursos naturais disponíveis no terreno e entorno. 					
		1.2.6.5 Considerar as cargas flutuantes da edificação (ex. pontos de recarga de automóveis elétricos) no quadro de cargas e assegurar que a meta de consumo não seja impactado por elas	<ul style="list-style-type: none"> Evidência de que o quadro de cargas abrange essas cargas <p>E</p> <ul style="list-style-type: none"> Avaliação do impacto destas cargas nas metas de consumo da edificação 					
1.3 Segurança na operação do sistema	1.3.1 Projeto de Aterramento	1.3.1.1 Desenvolver o projeto de aterramento para proteção dos sistemas da edificação	<ul style="list-style-type: none"> Memorial descritivo do projeto com detalhes dos cálculos e estudos para o projeto; <p>OU</p> <ul style="list-style-type: none"> Projeto elétrico mostrando detalhamento de segurança <p>OU</p> <ul style="list-style-type: none"> Projeto de instalações de SPDA (Sistema de proteção contra descargas atmosféricas) 	ABNT NBR 5410				
	1.3.2 Dispositivos de segurança elétrica	1.3.2.1 Definir o nível de proteção elétrica para os equipamentos e projetar dispositivos de segurança adequados para as cargas prioritárias	<ul style="list-style-type: none"> Projeto elétrico ou detalhamento demonstrando especificamente os dispositivos de segurança usados (DPS, por exemplo). 					

1.3.3 Diversificação de fontes de energia elétrica;	1.3.3.1 Projetar pelo menos um sistema de geração de energia elétrica a partir de fontes renováveis, garantindo que o sistema não é dependente de apenas uma fonte de energia, para assegurar a resiliência e o fornecimento sem interrupções.	<ul style="list-style-type: none"> • Prancha, memoria descritivo e caderno de encargos do projeto de instalações elétricas apontando quais são as fontes de energia elétrica da edificação e que há mais de uma fonte de energia (ex. fotovoltaica, eólica) 					
	1.3.3.2 Implantar um sistema de controle automatizado para fazer o sincronismo/paralelismo das diferentes fontes de energia elétrica, assegurando que não haverá curto-circuito em seu funcionamento. Ver item 3.1	<ul style="list-style-type: none"> • Caderno de encargos demonstrando o controle automatizado do uso das diferentes fontes de energia. 					
1.3.4 Fornecimento seguro de equipamentos e peças para uso e manutenção	1.3.4.1 Selecionar o equipamento, tal como as peças para uso e manutenção, para que possa ser encontrado na região do local de instalação.	<ul style="list-style-type: none"> • Contrato de fornecimento das tecnologias e materiais com fornecedor dentro de um raio de 500 Km (a menos que não esteja disponível, ver <u>nota 1</u>) OU • Comprovantes de compras evidenciando que a origem dos equipamentos está a uma distância igual ou menor que 500km da obra. <p>Ver item 1.2.2.1</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Nota 1: Caso não possa ser encontrado o equipamento no local do consumo ou o equipamento disponível não satisfaça o projeto, deve-se demonstrar o plano de manutenção preventiva e corretiva para minimizar o transporte em situações críticas</i> 	Manual BREEAM 2019;				

Armazenamento

Princípio	Critério	Descrição	Indicadores	Referências	Agregação de valor	Exequibilidade	Verificabilidade	Comentários, crítica, sugestão...
2.1 Planejamento para o armazenamento	2.1.1 Autossuficiência no armazenamento de energia elétrica	2.1.1.1 Dimensionar o projeto para ser totalmente autossuficiente com relação ao uso de energia elétrica (operação ilhada)	<ul style="list-style-type: none"> Memorial descritivo das instalações elétricas descrevendo que o edifício é autossuficiente com uma análise de tempo vs carga, demonstrando que o edifício é capaz de suprir a própria energia por um período crítico de tempo; <p>OU</p> <ul style="list-style-type: none"> Memorial de cálculo específico equalizando o consumo com a produção de energia elétrica; <p>OU</p> <ul style="list-style-type: none"> Relatório do consumo, a partir de simulação por software, demonstrando que o consumo é suprido pela produção local. <p>OU</p> <ul style="list-style-type: none"> Documento oriundo de uma certificação para construções qualificada atestando que o edifício é energeticamente autossuficiente; 				X	Idem ao item 1.1.2.1; Acho importante enfatizar o cálculo da duração do armazenamento. Isso vai influenciar no dimensionamento. Em relação à referências, sugiro dar uma olhada na ABNT NBR 16767:2019. É para sistemas off-grid, mas pode ser uma referência.
		2.1.1.2 Projetar a capacidade de armazenamento de acordo com a priorização de equipamento essenciais e demanda de consumo	<ul style="list-style-type: none"> Memorial de cálculo do projeto comprovando o correto dimensionamento do sistema do armazenamento de energia elétrica <p>OU</p> <ul style="list-style-type: none"> Simulação por software do consumo e uso da energia elétrica estocada 			X	No item anterior se fala em ser totalmente autossuficiente. Por que a priorização então?	
		2.1.1.3 Projetar sistema de armazenamento em conexão com a rede local.	<ul style="list-style-type: none"> Relatório de produção e consumo gerado pelo banco de dados proveniente do controle de geração e consumo de energia elétrica. 		X		Discordo que o sistema de compensação deva ser tratado como um elemento de armazenamento, pois se houver falha no	

	Garantir que há uma conexão com a rede local e usar o sistema de compensação como um elemento de armazenamento. *Fazer link com 1.2.6.3	OU • Histórico da fatura detalhada do consumo de energia elétrica demonstrando que houve compensação e crédito por injetar de energia na rede					fornecimento da distribuidora a edificação fica sem luz.
2.1.2 Escolha da Tecnologia	2.1.2.1 Selecionar a tecnologia empregada na edificação de forma que seja a mais efetiva para a necessidade desejada na edificação	• Resultados de cálculos e simulações de uso de diferentes tipos de armazenamento de energia elétrica, demonstrando as vantagens de cada esquema de armazenamento; OU • Quadro comparativo apresentando as tecnologias consideradas para o projeto com suas vantagens e desvantagens					
2.1.3 Critério de Dimensionamentos	2.1.3.1 Dimensionar os sistemas elétricos (cabos, conexões, equipamentos, proteção, quadros) de acordo com as normas e padrões nacionais e internacionais a fim de assegurar o funcionamento adequado e garantir a segurança da operação do sistema	• Memória de cálculo do projeto comprovando o correto dimensionamento do sistema de armazenamento; OU • Simulação por software do dimensionamento feito					
	2.1.3.2 Dimensionar a central de armazenamento de acordo com normas e padrões nacionais e internacionais a fim de assegurar o fornecimento contínuo de energia elétrica e garantir a segurança do funcionamento do sistema	• Memória de cálculo do projeto comprovando o correto dimensionamento da central de armazenamento; de energia elétrica; OU • Simulação por software do dimensionamento feito					
	2.1.3.3 Dimensionar adequadamente o espaço físico onde será instalado e por onde os eletrodutos passarão visando a segurança na operação,	• Projeto elétrico que identifique o espaço necessário para o adequado funcionamento dos equipamentos do sistema elétrico					

		manutenção e funcionalidade do sistema						
	2.1.4 Minimização de Custo	2.1.4.1 Projetar o sistema elétrico para que seja construído e operado levando em consideração o melhor custo/benefício	<ul style="list-style-type: none"> Orçamento com empresas especializadas para identificação da média de preços trabalhos no mercado; <p>OU</p> <ul style="list-style-type: none"> Dimensionamento preciso para evitar desperdícios com superdimensionamento de materiais 					
	2.1.5 Monitoramento e supervisão do sistema	2.1.5.1 Projetar mecanismos para monitorar o nível de energia do armazenamento proposto e o controle do processo de carga e descarga de energia	<ul style="list-style-type: none"> Plano de monitoramento dos níveis de energia apontando o sistema que fará o controle do funcionamento; 					
	Fazer link com 3. Automação							
	216 Minimização dos Impactos ambientais	3.1.5.1 Planejar o descarte em destinação adequada dos equipamentos em caso de manutenção e troca, principalmente aqueles sujeitos à logística reversa	<ul style="list-style-type: none"> Plano de gerenciamento de resíduos eletro-eletrônicos Planilha de controle de descarte e entrega; 	Política nacional de resíduos sólidos (PNRS) Lei 12.305/2010 Decreto regulamentador 7404:2010				
2.2 Segurança de operação do sistema	2.2.1 Proteção dos sistemas elétricos da edificação	2.2.1.1 Elaborar o projeto de aterramento para proteção dos sistemas de armazenamento de energia elétrica da edificação	<ul style="list-style-type: none"> Memorial descritivo do projeto com detalhes dos cálculos e estudos para o projeto; <p>OU</p> <ul style="list-style-type: none"> Projeto elétrico demonstrando detalhamento dos sistemas de aterramento elétrico e dispositivos de proteção 	ABNT NBR 5410:2004 Versão Corrigida:2008 ABNT NBR 16690 ABNT NBR 16767				
		2.2.1.2 Definir o nível de proteção elétrica para os equipamentos de armazenamento e projetar dispositivos de segurança adequados para os equipamentos						
	2.2.3 Manutenção	2.2.3.1 Conceber um plano de manutenção para que o armazenamento proposto funcione quando for requisitado	<ul style="list-style-type: none"> Documento demonstrando o planejamento de manutenção estabelecido para a edificação; 					

			<p>OU</p> <ul style="list-style-type: none"> • Contrato com equipe de manutenção e prevenção; 					
--	--	--	---	--	--	--	--	--

Automação

Princípio	Critério	Descrição	Indicadores	Referências	Agregação de valor	Exequibilidade	Verificabilidade	Comentários, crítica, sugestão...
<p>3.1 Sistema de gerenciamento de operação da edificação</p> <p><i>Nota: Além dos sistemas elétricos, como iluminação, climatização, refrigeração e aquecimento, a automação deve abranger todos os sistemas que impactam a resiliência da edificação, como os sistemas hidráulicos e suprimento alimentar, que estão fora do escopo deste trabalho.</i></p>	3.1.1 Confiabilidade da estrutura de comunicação do sistema	3.1.1.1 -Determinar o sistema de comunicação mais adequado para troca de informação dos equipamentos de automação por um estudo dos sistemas possíveis.	<ul style="list-style-type: none"> • Estudo e laudo indicando o sistema de comunicação mais adequado para o projeto. 	ISO 16484-5 ISO/IEC 14543-3				
		3.1.1.2 Comprar e usar módulos e equipamentos que sejam certificados, interoperáveis e com diversidade de fornecedores e prestadores de serviços;	<ul style="list-style-type: none"> • Documento demonstrando que o equipamento é compatível com o uso de Plataforma abertas de comunicação, como: <ul style="list-style-type: none"> ▪ OPCs - Open Platform Communications; ▪ BACnet - Building Automation and Control net; ▪ KNX – Konnex ▪ Ou similares; <p>OU</p> <ul style="list-style-type: none"> • Laboratórios de teste de terceiros credenciados atestando que o sistema foi implementado com sucesso; 	GUIAS/MANUAIS DE IMPLEMENTAÇÃO E OPERAÇÃO DOS SISTEMAS				
		3.1.1.3 Especificar os dispositivos de entrada real (sensores), o atuador, o modulo, os equipamentos em geral e dispositivos do sistema de controle para garantir que haja capacidade de comunicação	<ul style="list-style-type: none"> • Cópia do manual, datasheet, ou documento similar, dos equipamentos utilizados no projeto, apontando a capacidade de comunicação entre si ; 	N/A				
		3.1.1.4 Planejar a manutenção do sistema por pessoal	<ul style="list-style-type: none"> • Contrato com o fornecedor da manutenção; <p>OU</p>					

	qualificado/certificado pelas associações E/OU fabricantes das soluções adotadas	<ul style="list-style-type: none"> • Certificado de treinamento da equipe da edificação para manutenção E Caderno com plano de manutenção.				
	3.1.1.5 Arquitetar um Sistema de Supervisão e Aquisição de Dados (SCADA) adequado para a edificação	<ul style="list-style-type: none"> • Memoriais descritivos e manuais de operação do aplicativo indicado; 				
	3.1.1.6 Selecionar E/OU promover treinamento para operador do sistema de automação, garantindo que seja capacitado para operar o sistema instalado e interpretar os dados obtidos e tomar decisões de maneira adequada. <i>Nota: O sistema escolhido pode ficar subutilizado caso o operador não seja qualificado para uso.</i>					
3.1.2 Equipamentos de monitoramento/supervisão	3.1.2.1 Garantir que os equipamentos de <u>monitoramento e supervisão</u> da automação possam fazer o trabalho de maneira satisfatória	<ul style="list-style-type: none"> • Termo de compromisso, declaração dos fabricantes, fornecedores e/ou projetistas confirmando que os equipamentos de monitoramento abrangem as características de acordo com o projetado ; OU <ul style="list-style-type: none"> • Certificação reconhecida nacionalmente ou internacionalmente; OU <ul style="list-style-type: none"> • Confirmação que o sistema similar funciona em uma edificação referência e que pode ser replicado no projeto proposto; 	ISO 16484-5:2017 ISO/IEC 14543-3 ABNT NBR ISO 50.001:2018			
	3.1.2.2 Garantir que os equipamentos de monitoramento possuam capacidade de comunicação com os sistemas de controle;	<ul style="list-style-type: none"> • Documento demonstrando que o equipamento é compatível com Plataforma abertas de comunicação, como: <ul style="list-style-type: none"> ▪ OPCs - Open Platform Communications; 				

		<ul style="list-style-type: none"> ▪ BACnet - Building Automation and Control net; ▪ KNX - Konnex ▪ Ou similares; <p>OU</p> <ul style="list-style-type: none"> • Certificado da BACnet Testing Laboratories ("BTL") atestando que o sistema foi implementado com sucesso; 				
3.1.3 Equipamentos de controle de automação, dispositivos de entrada e atuadores	3.1.3.1 Garantir que os equipamentos de <u>controle</u> da automação possam fazer o trabalho de maneira adequada	<ul style="list-style-type: none"> • Confirmação que o sistema similar funciona em uma edificação de referência e que pode ser replicado no projeto proposto; <p>E</p> <ul style="list-style-type: none"> • Termo de compromisso, declaração dos fabricantes, fornecedores e/ou projetistas confirmando que os equipamentos e sensores abrangem as características de acordo com o projetado; <p>OU</p> <ul style="list-style-type: none"> • Confirmação por parte de autoridades locais que o fabricante e fornecedor estão ligados a esquemas de certificação reconhecidos nacionalmente ou internacionalmente; 				
	3.1.3.2 Elaborar um caderno de critérios de desempenho e de um roteiro de testes que deverão ser validados na fase de comissionamento	<ul style="list-style-type: none"> • Cópia do caderno de critérios elaborados. 				
3.1.4 Atendimento a emergência	3.1.4.1 Preparar um plano de gerenciamento da energia em caso de cessar o fornecimento de energia elétrica e programar os sistemas para atender a este planejamento.	<ul style="list-style-type: none"> • Memorial de programação e planejamento para situação emergencial indicando diretrizes do sistema de comando para uso eficiente e hierárquico da energia. O 				

		<p>A energia elétrica armazenada deve ser usada de maneira eficiente e de maneira hierárquica preservando os serviços essenciais para resiliência da edificação</p> <p><i>Nota: deve ser feita uma reunião para priorizar quais equipamentos serão alimentados pelo armazenamento em caso de falta de fornecimento total de energia.</i></p>	plano deve apontar quais sistemas serão priorizados e a estratégia para gestão da energia elétrica;				
		3.1.4.2 Planejar um sistema de alerta e aviso, antevendo situações em que equipamentos de automação não atuem de maneira devida ou houver falha na aquisição de dados	<ul style="list-style-type: none"> • Cópia do documento de diretrizes para alertas em caso de falhas no sistema; • Planilha/banco de dados de controle de registro de falhas no sistema; 				
	3.1.5 Minimização dos Impactos ambientais	3.1.5.1 Planejar o descarte em destinação adequada dos equipamentos em caso de manutenção e troca, principalmente aqueles sujeitos à logística reversa	<ul style="list-style-type: none"> • Plano de gerenciamento de resíduos eletro-eletrônicos • Planilha de controle de descarte e entrega; 	Política nacional de resíduos sólidos (PNRS) Lei 12.305/2010 Decreto regulamentador 7404:2010			
3.2 Estrutura dos sistemas	3.2.1 Dimensionamento da Sala de comando	3.2.1.1 Dimensionar adequadamente a sala de comando onde os computadores de supervisão e programação poderão ser instalados e por onde a fiação passará visando a segurança na operação, manutenção e funcionalidade do sistema de automação predial	<ul style="list-style-type: none"> • Memória de cálculo do projeto comprovando o correto dimensionamento das salas de comando; <p>OU</p> <ul style="list-style-type: none"> • Projeto elétrico que identifique o espaço necessário para o adequado funcionamento dos equipamentos do sistema de automação predial; <p>OU</p> <ul style="list-style-type: none"> • Prancha do projeto de automação predial e memorial descritivo especificando o dimensionamento do espaço em que será instalado, bem como os cálculos pertinentes. 	ISO 16484-5 ISO/IEC 14543-3 Manual BREEAM 2019; Certificação LIVING BUILDING CHALLE			
		3.2.1.2 Projetar a sala de controle e comandos pensando no conforto do usuário para permitir o trabalho mais eficiente dos operadores E/OU usuários;		NGE 4.0			

3.2.2 Dimensionamento dos Equipamentos	3.2.2.1 Dimensionar a sala de instalação dos equipamentos e módulos de automação de acordo com normas e padrões nacionais e internacionais a fim de assegurar o fornecimento contínuo do serviço de automação predial e garantir a segurança do funcionamento de controle do sistema	<ul style="list-style-type: none"> • Memória de cálculo do projeto comprovando o correto dimensionamento do sistema de automação predial de todo sistema; <p>OU</p> <ul style="list-style-type: none"> • Projeto elétrico que identifique o espaço necessário para o adequado funcionamento dos equipamentos do sistema de automação predial; <p>OU</p> <ul style="list-style-type: none"> • Prancha do projeto de automação predial e memorial descritivo especificando o equipamento, bem como os cálculos pertinentes. 				
	3.2.2.2 Projetar a sala de equipamentos pensando no conforto do usuário para permitir o trabalho e manutenção mais eficientes					
3.2.3 Cabos - Dimensionamento dos Sistemas elétricos	3.2.3.1 Dimensionar os sistemas elétricos (cabos, conexões, equipamentos, proteção, quadros) de acordo com as normas e padrões nacionais e internacionais a fim de assegurar o funcionamento adequado e garantir a segurança da operação do sistema de automação predial	<ul style="list-style-type: none"> • Memória de cálculo do projeto comprovando o correto dimensionamento do sistema de automação predial e dos cabos e equipamentos de todo sistema; 				
	3.2.3.2 Arquitetar a topologia de rede mais adequada para atender ao projeto	<p>OU</p> <ul style="list-style-type: none"> • Prancha do projeto de automação predial e memorial descritivo especificando a fiação e dutos condutores que deverão ser usados, bem como os cálculos pertinentes. 				
	3.2.3.3 Projetar a redundância do cabeamento crítico da rede a fim de aumentar a confiabilidade e resiliência do sistema					

3.3 Segurança	3.3.1 Sistema de segurança	3.3.1.1 Garantir que o aplicativo utilizado no comando de automação predial da edificação possa identificar erros e falhas no sistema elétrico de mini e microgeração distribuída, armazenamento de energia elétrica e automação predial, atuando de maneira eficiente para evitar que os sistemas possam colocar em risco a segurança dos usuários	<ul style="list-style-type: none"> • Termo de compromisso, declaração dos fabricantes, fornecedores e/ou projetistas confirmando que os softwares abrangem as características de acordo com o projetado; 				
		3.3.1.2 Utilizar um Banco de Dados robusto que acompanhe o desempenho dos sistemas elétricos da edificação, o sistema deve informar (não se limitando somente a isso): <ul style="list-style-type: none"> • A quantidade de geração de energia elétrica diária; • O consumo de energia elétrica da edificação diária; • A quantidade de energia armazenada; • A saúde das máquinas de geração de energia elétrica; • A quantidade e qualidade da energia injetada na rede; 	<ul style="list-style-type: none"> • Relatório do banco de dados apontando as informações coletadas pelo sistema de automação predial. 				
		3.3.1.3 Projetar equipamentos para identificação e proteção de patrimônios e de pessoas na edificação, integrando ao sistema de controle predial	<ul style="list-style-type: none"> • Especificação no projeto de automação predial contendo equipamentos como Alarmes de incêndio, equipamentos de Vigilância (câmeras, sensor de presença) 				
	3.3.2 Sistema de Proteção	3.3.2.1 Projetar sistema de paralelismo, garantindo que o sistema de monitoramento predial tenha funcionamento constante	<ul style="list-style-type: none"> • Especificação no projeto de automação predial contendo equipamentos como: <ul style="list-style-type: none"> ▪ No Breaks ▪ Baterias Individuais 	NBR 5410 ANEEL			

			<ul style="list-style-type: none"> ▪ Sistemas de backup de funcionamento de energia exclusivo para o sistema de automação da edificação 					
		3.3.2.2 Garantir que haja um estudo dos equipamentos e traçar medidas de Tolerância a falhas (<i>failover</i>), observando a tipologia da edificação, análise da redundância necessária e caracterizar o nível de proteção que se deseja alcançar.	<ul style="list-style-type: none"> • Memoriais descritivos e manuais de operação com as diretrizes de Tolerância de Falhas (<i>failover</i>). 					
		3.3.2.3 Planejar tomadas de ação dos sistemas e controles críticos para a Operação Ilhada (independente da rede), como monitoramento do uso da energia, estoque de energia, geração diária média, entre outros fatores. 2.1.1.2 *Fazer link com 1.1.2.1; 2.1.1.1; 2.1.1.2	<ul style="list-style-type: none"> • Memoriais descritivos e manuais de operação com as diretrizes de Operação Ilhada 					
		3.3.2.3 Verificar o nível de segurança que se deseja ter sobre os dados obtidos pela automação.	<ul style="list-style-type: none"> • Um aplicativo de monitoramento de dados foi devidamente instalado para proteção das informações do sistema contra invasores 					

Projeto

Princípio	Critério	Descrição	Indicadores	Referências	Agregação de valor	Exequibilidade	Verificabilidade	Comentários, crítica, sugestão...
4.1 Uso da tecnologia	4.1.1 Capacitação técnica para uso da tecnologia	4.1.1.1 Investir na capacitação técnica da equipe de projeto OU contratação de terceiro com capacidade técnica para avaliar as soluções tecnológicas propostas	<ul style="list-style-type: none"> • Contrato com o terceiro que prestou serviço de consultoria OU • Certificado da participação da equipe em treinamento de qualificação técnica 	N/A				
		4.1.1.2 Realizar treinamento do usuário E/OU disponibilizado	<ul style="list-style-type: none"> • Cópia do manual do usuário OU 	N/A				

		manual de uso e manutenção foi para o usuário da edificação	<ul style="list-style-type: none"> • Comprovante do treinamento realizado com o usuário <p>OU</p> <ul style="list-style-type: none"> • Documento de manual de uso da edificação 					
4.2 Desenvolvimento do projeto	4.2.1 Controle do Processo de projeto	4.2.1.1 Realizar um comissionamento ou auditoria interna para assegurar que as soluções de mini e microgeração distribuída, armazenamento de energia elétrica e automação predial foram aplicadas na fase de pré-projeto. O Comissionamento deve ser realizado por um especialista da área de energia elétrica	<ul style="list-style-type: none"> • Memoriais descritivos e manuais de operação; <p>E</p> <ul style="list-style-type: none"> • Plano de integração das tecnologias de mini e microgeração distribuída, armazenamento de energia elétrica e automação predial <p>E</p> <p>Projeto de detalhamento das soluções de mini e microgeração distribuída, armazenamento de energia elétrica e automação predial</p>	<p>EVO - Protocolo Internacional de Medição e Verificação de Performance</p> <p>NBR 5410</p> <p>NR 10</p> <p>ABNT NBR 16274</p> <p>IEC 62446-1</p> <p>ABNT NBR 5410</p> <p>NR-10</p> <p>NBR 16690</p> <p>ABNT NBR 16149</p> <p>ABNT NBR 14039</p> <p>ABNT NBR 5419</p> <p>ABNT NBR 15749</p> <p>NBR 5426</p> <p>IEC 60364-6</p> <p>IEC 60364-7-712</p> <p>IEC 62548</p> <p>IEC 61010 (todas as partes)</p>				
		4.2.1.2 Mapear de possíveis falhas de segurança e defeitos do sistema de mini	<ul style="list-style-type: none"> • Relatório de falhas e estudo dos impactos que 	N/A				

		e microgeração distribuída, armazenamento de energia elétrica e automação predial	o sistema pode estar suscetível OU • Documento com recomendações de segurança detectados pela equipe técnica					
		4.2.1.3 Integrar os sistemas de mini e microgeração distribuída, armazenamento de energia elétrica e automação predial e m harmonia ao projeto arquitetônico da edificação	• Estudo da equipe de arquitetura demonstrando que foram consideradas as tecnologias de mini e microgeração distribuída, armazenamento de energia elétrica e automação predial desde a concepção da edificação. OU • Plano de integração das tecnologias de mini e microgeração distribuída, armazenamento de energia elétrica e automação predial	N/A				
		4.2.1.4 Garantir que as equipes de arquitetura e design interagiram com a equipe de tecnologia de mini e microgeração distribuída, armazenamento de energia elétrica e automação predial e que as escolhas de tecnologia foram feitas baseadas por meio de cálculos específicos e/ou simulações computacionais.	• Cópia das atas de reunião com a participação dos especialistas e equipe de projeto. E • Cópia do memorial descritivo dos projetos de mini e microgeração distribuída, armazenamento de energia elétrica e automação predial E Aplicação das soluções de acordo com relatório de simulações de <i>clash detection</i> ; OU • Cópia do relatório de simulação realizado mediante ao dimensionamento realizado para o projeto.	N/A				
				N/A				
4.3 Suporte de projeto	4.3.1 Sistema de Segurança	4.3.1.1 Implementar os sistemas de segurança previstos no projeto	• Memorial descritivo dos itens de segurança da edificação;	N/A				

		<ul style="list-style-type: none"> Manual de operação do sistema de segurança; 					
4.3.2 Monitoramento dos sistemas	4.3.2.1 Monitorar os sistemas implementados no projeto	<ul style="list-style-type: none"> Procedimento operacional; Registro de monitoramento; Registro de eventuais problemas e falhas; 	N/A				
4.3.3 Replicação	4.3.3.1 Identificar as dificuldades no processo técnico dos trabalhos realizados para implementar o processo de projeto, a fim de realinhar treinamento ou indicar treinamento.	<ul style="list-style-type: none"> Relatório de dados implementados no projeto devidamente analisados pelos coordenadores de processo da empresa <p>E Novo sumário executivo dos processos da empresa</p>	N/A				

APÊNDICE D - Transcrição da Videoconferência

Alberto:

Eu estou sentindo falta, como faz para ver o que que tá motivando primeiro essa sua pesquisa nesse sentido e o que você tá querendo buscar fazendo todo esse desenvolvimento de Scorecard. O teu objetivo não ficou claro para mim ainda. Para fazer as observações eu precisava entender um pouco melhor o que você está buscando. Você está querendo melhorar o projeto ou é dar uma ferramenta de atendimento melhor para fazer esse controle do projeto. é isso? não ficou claro para mim do material que você mandou. O teu foco é esse mesmo?

Thiago:

O foco do trabalho é principalmente buscar diretrizes para a integração das tecnologias na concepção do projeto. Então essas diretrizes elas podem auxiliar os tomadores de decisão, sejam eles projetistas ou stakeholders do projeto na concepção em guiá-los em como o projeto ele pode alcançar uma resiliência através da autonomia de energia elétrica. então olhando para essa ferramenta os tomadores de decisão lá no início olhando para essa ferramenta poderiam se guiar como que o projeto ele atinge uma resiliência melhor olhando pra esses critérios. Olhando para o que tem no projeto e o que falta, o scorecard pode funcionar como um guia.

Alberto:

Assim de modo geral nesta primeira parte que você está apresentando das conexões com a rede e energia essa questão como é que tá sendo feita essa integração com as demais participantes do projeto? A gente está focando aqui na parte elétrica, mas a parte elétrica recebe inputs do ar condicionado, da iluminação, elevador e assim por diante. Quando você coloca aqui “garantir que o projeto elétrico da edificação possua toda estrutura necessária”. Eu estou querendo entender que você tá usando para fazer. Como é que você vai garantir isso? Você vai fazer um memorial descritivo, mas alguém tem que checar isso, correto? Quem checa isso?

Thiago:

A ferramenta em si, a priori não foi feita para servir como um selo, ou uma auditoria. Ela pode ser uma auditoria interna dos projetistas e profissionais participantes. A intenção é na hora que ele olhar essa descrição “garantir que o projeto elétrico da edificação possua toda estrutura necessária para funcionar como um sistema elétrico isolado”, por exemplo, ele deve olhar para esse critério e observar no projeto junto com os projetistas especialistas da área como que ele pode atingir essa esse critério.

Os indicadores estão, “manual descritivo” “Memorial de cálculo” “ou relatório de consumo ou documento oriundo de uma certificação”. Não sei se você está acostumado, me chamou muita atenção que muitas das coisas que você tá fazendo aqui são práticas adotadas em certificação, Leed, Aqua, BREEAM.

Raquel:

Quando nós trabalhamos as ferramentas de scorecard existem, na verdade, um objetivo primordial que é o objetivo de nortear o raciocínio, uma maneira talvez de pensar, uma maneira para vestir entrelaçar e integrar pode-se dizer assim critérios diversos. Principalmente uma complexidade como essa que são 3 disciplinas. Então esse é o objetivo primordial. No entanto quando a gente está desenvolvendo Scorecard, naturalmente a gente também começa a responder à pergunta do “como?” e naturalmente chega-se a esse padrão que quase que compõem uma certificação. então na nossa experiência que a gente desenvolve muito isso para diferentes para diferentes áreas e esse tem sido um exercício constante nosso, por que vem inclusive de uma interlocução que tivemos com a BRE quando entendemos que no final da década de 90 para frente, foi uma ferramenta poderosa de mudança. Algumas viraram

certificação, mas a ideia não é essa. A ideia é ter aí uma ferramenta que da maneira mais efetiva possível possa nortear o processo de projeto.

Então, o senhor está correto quando o senhor olha pra ferramenta, e o senhor tem a impressão de que ela é uma ferramenta muito similar a certificação, mas o objetivo dela maior é nortear a maneira de pensar, é nortear um raciocínio no desenvolvimento de projetos e sem dúvida alguma os indicadores e normalmente essas referências acabam que mais tarde pode até virar um selo, mas isso também serve como uma auditoria interna.

Alberto:

Quando eu comecei a olhar o material que o Thiago mandou. Isso ficou muito próximo do que é feito, por exemplo, no comissionamento de projeto então o que ele está colocando aqui de maneira quando ele fala que...

No item 1.2.4.1 – Dimensionar sistemas elétricos... e outros ao longo da lista. No caso aqui focando na questão de geração, mas o próximo comissionamento ele envolve justamente todas as áreas então geração seria uma delas para me lembrando muito, tá parecendo muito... não sei se todos tem familiaridade com processo de comissionamento mas isso que está dito aqui, em termos de memorial de cálculo e tudo mais, e isso vai sendo amarrado com projetos. O projeto ficou as necessidades de cada item da geração, armazenamento e automação. Lembra muito, está muito próximo de um processo de comissionamento. Então estou um pouco inseguro no sentido de como comentar porque isso que você está colocando aqui essa linha é mais ou menos o que o pessoal de comissionamento já faz. Então, por isso que eu tô tentando entender onde que está a condição de contorno porque isso já acontece em uma série de projetos que eu tenho participado nessa questão de como fazer isso, esse comissionamento, e eu particularmente já fiz muito comissionamento. por isso que eu estou tentando entender onde é que está essa condição de contorno, agora ficou um pouco mais claro para mim.

Nessa linha, do ponto de vista do que já foi colocado, eu analisei o material, eu tenho pouco a acrescentar principalmente nessa parte de geração, que não é bem a minha praia. Sou mais de ar condicionado e tal. Mas o que eu poderia comentar do ponto de vista dessa minha visão, está? Como eu falei não é bem a minha praia. Mas de um modo geral eu achei que está adequado. Eu não estou vendo nada que pudesse acrescentar ou eventualmente dar alguma contribuição nesse setor. E a mesma coisa vale na parte de... essa parte não é bem minha praia e fico inseguro de fazer contribuição.

Na aba de armazenamento, minha preocupação aqui é que você está querendo demonstrar o que se faz quando se quer por exemplo avaliar um edifício energia zero. Então para verificar se tem auto suficiência ou não no armazenamento de energia elétrica pode né trabalhar os aspectos de você falou estou entendendo. Agora está um pouquinho mais claro é mais um guia de alguém que vai fazer uma solicitação, de um cliente ou uma empresa e vai colocar isso como uma alternativa pro edifício dele. O quê que ele deveria checar. Então desse ponto... Planejamento, nesse sentido, quando você coloca o termo resiliência, eu estou entendendo que é a resiliência do processo de projeto, não é da edificação. Quando você está olhando essa questão de planejamento para armazenamento, hoje a gente se entende que não dá para fazer projeto de edificação sem olhar para o futuro. Então assim o que eu quero dizer com isso é que a gente hoje quando a gente está desenvolvendo projetos, seja em edificações novas seja em edificações existente a questão do como que vai ficar o clima daqui a 20 ou 30 anos começa a ser algo importante, já tem certificações que estão obrigando já é um item obrigatório fazer análise de cenários de aquecimento global para verificar como Edifício tá se comportando. Não seria o caso de quando colocam a questão da simulação por software do dimensionamento feito não sei se é o caso de incluir alguma coisa com rela quais são as bases em que isso vai ser feito, né? Para dar algum subsídio para quem tá recebendo o projeto entender que esse projeto avaliação ela tá sendo feita com base em um determinado cenário.

Mas acho que em algum momento minha sugestão é que talvez pensar em uma frase ou uma coisa é claro que essas simulações e esses memoriais de cálculo tão focados no cenário ou passado ou seja utilizando os dados que estão disponíveis hoje, ele faz um dimensionamento para esse momento ou se ele é feito para o futuro para isso ficar. É porque como estamos falando de planejamento entende-se que eu quero ter alguma coisa aqui seja viável e que opere muito tempo, 20 30 anos, então não sei se o caso aí fica a sugestão de talvez alguma coisa nesse aspecto.

Mais um pouquinho, por favor, Thiago. Tô falando muito rápido. Qualquer coisa você me interrompe deixar você tranquila para você para todo mundo para de gravar porque eu tô de comentar alguma coisa depois, mas enfim sabão ela.

Tá certo e mais, mais um pouquinho para baixo. Essa questão, por favor aí no “monitoramento supervisão do sistema” uma questão que entender que você vai monitorar o nível e isso você não vai aqui nesse processo de novo. Vocês vão definir existe nenhuma. Não sei se vocês estão usando alguma referência com relação a esse monitoramento e supervisão se tem alguma coisa voltada para isso, tipo a ISO 50001.

Então não sei se ele o caso como essa referência é importante hoje, eles estão fazendo uma revisão grande dessas ISOS, eu tô participando meio que é bem bem marginalmente, mas eu tô acompanhando que está tendo uma série de modificações e vale a pena incluir aí como referência nesse caso de monitoramento, supervisão, gestão tratamento gestão é a questão. A ISOS tem bastante coisa, sobre isso. E aí vai entrar um pouquinho depois eu vou falar algumas coisas na automação.

Esses itens de equipamentos, monitoramento e supervisão, existem várias outras além das isso que você colocou na série 50001 de gestão tem uma série de questões relacionadas com isso e eu acho que valeria a pena como referência aí, é definido a questão de como fazer esse gerenciamento de operação no ponto de vista de buscar um desempenho energético adequado mais profundo a questão toda preocupação tudo aqui é você conseguir monitorar, medir e agir em cima disso.

A questão principal é como é que você faz e nessa família da ISO 50001 tem uma série de itens que podem ser interessante, se você incorporar ou deixar como referência pro pessoal que vai fazer é esse plano colocar essas questões que são basicamente questões relacionadas de como fazer isso, qual deve ser a equipe, qual deve ser qualificação, já existe uma Norma que está sendo construída em iniciativa brasileira e Portuguesa, se não falha a memória, de construir uma norma que certifique quem vai fazer esse gerenciamento, como é que tem que ser? Quais são os requisitos de quem faz o gerenciamento monitoramento e operação? Porque do ponto de vista de quem está recebendo serviço, você garantir que os equipamentos de monitoramento, supervisão, automação possam fazer o trabalho de maneira satisfatória? Isso está associado a quem gerencia isso. Precisa ter uma formação e postura adequada, isso não acontece e é o grande problema que a vê hoje na área de edificação.

Em algum momento eu acho que valeria a pena fazer uma inclusão de como é que vai ser feita, quais os critérios para definir a equipe de gestão. Isso é uma coisa que não tem e a gente percebe que é uma gap é muito grande aí no mercado.

Tem algum momento eu acho que falei a pena nessa área de automação quem está recebendo esse serviço tem que ter algum momento precisa ter uma definição de como é que vai ser a escolha de quem vai operar o sistema.

Maravilha, então você vem com essa capacitação importante colocar isso, eu acho que vale a pena como referência colocar nessa aí a parte de da iso 50001. Tem aí uma para uma questão importante.

Mas acho que a gente passou por tudo. Acho que não tem nenhuma outra até as mesmas observações. Era essas mesma desculpa, tá? Eu achei que tinha mais alguma coisa tá tudo certo, tá bom? Mas como eu falei se precisar de alguma mais algum contato mais alguma coisa nesse

sentido a gente poder contribuir com o trabalho pode posição geográfica de espalhar oportunidade. E aí passa o retorno para você, fica à vontade aí tá conduzir.

Vitória:

Alberto, agrago suas observações, ó para talvez ajude a gente a comunicar é como é o que é a ferramenta. Mas seria sim uma ferramenta de autoavaliação.

O Thiago já tinha explicado, não era para uma certificação etc, mas como que os projetistas né Podem principalmente se guiar por isso então como se fosse um conjunto de boas práticas e se for uma discussão que o Thiago tá batendo em que nível ele descia de detalhe, né? Já está dentro de Norma. Norma, já disse, mas tem coisas que são interessantes sair Tirar de dentro aí dentro da Norma para colocar em cima de bom abraço. Talvez isso é um conjunto de boas práticas que sirva como uma ferramenta essencial de auto avaliação ou auditoria interna tentando não entrar demais dentro de requisitos que já estão normalizado ou regulado por uma lei e também não ficando muito fora então esse nível é difícil, né? Tipo assim, você não ficar repetindo tudo requisito que já tá dentro de uma lei ou de uma norma. Que tentando ver se um conjunto que for uma visão Global também, né? Não entrando especificamente dentro de cada instrumento de regulação ou de normalização, mas que a gente possa extrair aquelas coisas que são mais sistemicas, por isso ele colocou aquele conjunto de critérios para vocês ajudar em avaliar. Se isso está sistêmico, se está falando alguma coisa, se está faltando alguma coisa como você falou, e se esses critérios, ele tá colocando, se eles agregam valores em primeiro lugar o primeiro nível pois se não agrega valor a gente nem precisa usar, depois ele pode agregar valor, mas é difícil de ser aplicado no contexto brasileiro, por exemplo no contexto nacional e as vezes ele é um requisito importante aplicável, mas não tem verificabilidade então se você dá uma diretriz para alguém que não tem como a pessoa verificar se aquilo não está sendo feito também não adiantaria. Então é esse são as três as três graduações de filtro pelas quais a gente gostaria que vocês olhassem, esse conjunto de requisitos, né? Se eles agregam valor se são úteis. se Eles são aplicáveis e como é que a gente faz para verificar e aí o quente é isso que o Thiago falou assim mesmo assim como é que eu fazendo o meu projeto eu posso usar ele por uma autoavaliação então é um conjunto de boas práticas, inicialmente a gente poderia dizer. Faz sentido pra você dessa forma?

Alberto:

Essa última coisa que você falou, se é aplicável, se tem aplicabilidade no mercado, é um pouco mais complicado.

Eu tive oportunidade de participar de um projeto em que foram avaliados 56 prédios certificados LEED no Brasil, desses prédios 56 só 2 estava operando como deveriam.

Se você for olhar as normas que regem a certificação, como o LEED, eles também estão boas práticas.

Acabam direcionando diretrizes, né? Um guia como é a Proposta aqui, guiar na hora de fazer o projeto, mas era mais adequada buscando checar algumas claro que vocês estão eu entendo que estão aqui, mas assim eu acho que essa questão esse passo adicional de saber se vai ter alguma aplicabilidade, isso vai depender isso não depende da ferramenta depende de quem tá fazendo o processo. Se não tem alguém olhando isso, pode ter a ferramenta mais não vai gerar resultado. eu acho que assim eu acho que a iniciativa é válida. Só acho assim, já tem um monte de outras coisas, já acontecem que eu não sei eu fico na dúvida se dá se colocou, né ou não? Eu acho que sim, mas quando eu falei que eu já vi outras muito parecidas. Tem que facilitar pra quem tá aplicando.

O que se ve muitas vezes é que não tem qualificação ou para você fazer o que está sendo solicitado tem um custo que o cliente não quer pagar ou eventualmente durante o processo durante a operação da edificação ou do sistema o custo e não cabe dentro do orçamento e ele acaba desligando. Eu já vi pelo menos uns 10 prédios em São Paulo que aconteceu exatamente

isso pessoal tinha uma estrutura pra que tudo isso fosse usado e não aconteceu. Operador tava atrás do monitor olhando dados e não conseguindo identificar o problema.

Se o cliente não tem esse pensamento, de como vai ser operado, fico com dúvida se pode ser aplicado ou não.

Thiago:

Obrigado professor, só queria esclarecer aquela parte que foi dito sobre a resiliência do processo de projeto, na verdade buscamos que a edificação seja resiliente através do projeto.

Alberto:

Eu reforço então a minha fala da necessidade de ver um cenário na análise do projeto. Falamos muito de mudanças climáticas, mas tem que considerar também o uso para um tempo de vida útil de 50 a 80 anos. Então tem que contemplar como ele vai estar em cenários futuros ou a resiliência fica comprometida a pouco tempo.

Chenia:

No título do seu trabalho fala sobre edificações resilientes, mas não fica claro. Mas dentro dos comentários do Alberto, deu para entender sua proposta. Mas faltou esclarecer qual o edifício que você está propondo seu estudo, comercial, uso misto, qual o porte, qual é o usuário, qual a área construída. São aspectos que talvez ajudasse a entender esse guia, como um sistema de autoavaliação, pra a gente entender melhor o scorecard proposto, entender onde ele funcionaria.

Outro ponto, qual seria a vida útil esperada para esse edifício quando você propõe que se utilize esse seu roteiro. Uma outra coisa é que não ficou claro se eu tenho que cumprir todos esses princípios, todos os critérios ou se tem uma condição mínima, pode ser o caso de dentro da sua planilha criar categorias tipo “A B e C”, quando passamos por esses princípios que está utilizando pra montagem desse material eu não consigo visualizar se eu preciso atingir todos eles ou se tem um critério mínimo pra eu validar meu edifício como resiliente.

Também não ficou claro se a proposta é aplicar em um edifício já existente ou edifício que será construído. E qual a relação do trabalho com esse edifício do PISAC. Pensei se seria interessante dentro da metodologia aplicar de um estudo de caso dentro desse projeto. Poderia ser você aplicando como engenheiro ou através de outras pessoas fazendo como se fosse um checklist. Pode ser interessante para ilustrar.

Não ficou muito claro também as referências usadas no scorecard. Algumas estão colocadas, mas poderia ter mais, poderia ter os trabalhos científicos como referência também pois sua base de referência teórica. Isso pode fortalecer algumas questões até já colocadas. Pois olhando apenas para a planilha, a gente não vê essas referências.

Por exemplo, na parte de dimensionamento é colocada apenas a NBR 5410 e normas locais e só. Então dependendo do edifício, do porte dele, pode ser pouca coisa. Tem muito mais norma a ser citada. Sugiro fazer um pente fino para saber se tem mais coisas para referenciar.

No scorecard, eu não vi requisito da parte financeira. Pois todos esses critérios de desempenho, é importante ver a parte financeira. Com a parte de manutenção, uso, material. Mas se tiver ok.

Tem um item que fale em materiais utilizados no edifício, no sentido de execução. Não se cabe, mas pensei nos quesitos mínimos dos materiais elétricos para compra, manutenção.

Thiago:

A ideia seria um passo atrás disso, então indicar como a pessoa pode comprar o material, mas não qual o material que ela vai comprar.

Chenia:

Perfeito. Era isso que eu queria comentar e fico a disposição para dar mais uma olhada na planilha e ajudar a complementar as referências.

Thiago:

Com relação as referências, eu agradeço a disponibilidade da ajuda. Quero colocar o máximo de referências possíveis, mas buscando não ser muito repetitivo, colocar de forma assertiva.

Outro ponto não foi colocado uma fronteira ou edifício base. A ideia é trabalhar com todo tipo de edificação.

Erica:

Quando a gente olha pro scorecard a gente fica querendo um pouco de definição de pra quem que está servindo. Essa definição de cenário já facilita, mas acredito que se estamos falando em um edifício em altura ou de uma casa, são soluções bem diferentes, acredito. Será que podemos colocar em um bolo só? Outra coisa, qual o tipo de energia que a gente está falando? Não é o caso de especificar qual a tecnologia? Lendo apenas a planilha fica confuso o objetivo.

No primeiro item, você põe que deve haver conexão com a rede externa, enquanto no segundo item você pede para que haja condições de não haver conexão externa. Então não entendi como um fica na sequência do outro. Gostaria que você me explicasse.

No item 1.2 da geração, você vai fazer a indicação dos tipos que podem ser ou esse critério são para todos os tipos de microgeração.

Em metas para consumo, você pretende colocar algum relatório de desempenho energético do edifício. Acredito que pode ser um item, garantir que haja uma simulação computacional para reduzir o consumo para melhorar o desempenho ambiental.

Muito importante a parte da integração com projeto. Não apenas garantir a integração das equipes, mas garantir que as áreas que foram definidas como critérios sejam implementadas e tenham impacto no projeto.

Também acredito que uma quinta categoria para análise de ocupação e uso, para que possam realmente garantir que isso seja fechado. O manual do usuário é pouco eficaz no funcionamento do edifício com tantas tecnologias. É preciso de um comissionamento mais forte, como prof Alberto já pontuou. Como vivemos em um país onde a energia para condicionamento de ar é muito usada, precisamos garantir que a energia não é desperdiçada.

Gian:

Me pareceu realmente como um almanaque do que eu devo fazer corretamente. Então pensamos no que deve ser feito, vs o que é feito e o que é feito na obra. Eu sou mais de execução e vemos muitos projetos maravilhosos no projeto e na prática fica bem diferente.

Eu colocaria ter como base o protocolo de medição e verificação da EVO. Existem pessoas certificadas para isso e possui 4 níveis de fronteira de medição ABCD, o nível d se aplica muito a essa sua ideia pois serve como uma linha de base e uma linha de tendência. E como a ideia é apresentar isso para stakeholders do projeto e até para convencer alguém. Quando eu falo isso para alguém, eu preciso mostrar a vantagem, um benefício. E quando eu uso o protocolo de medição e verificação eu coloca para ele uma linha de base como seu projeto é visto hoje e como seria visto se fosse colocado dentro dos requisitos que a sua planilha colocou. Apesar de ser um projeto mais caro, e quando você coloca dentro do protocolo de medição e verificação que usa ferramentas matemáticas, como é o caso de análise de regressão, que é dito assim, quanto eu estaria gastando de energia se eu não tivesse feito as soluções que estão aqui nessa planilha. Pois quando eu faço um projeto para um cliente, eu preciso de uma base para saber se aquela solução que eu implementei apresenta uma melhoria ou não. Porque as vezes o cliente não vê a economia, porque ele não vê que a ação tomada de eficiência aumentou a produtividade dele.

Acredito que é importante questionar algumas das normas. A NBR 5410 teve questionamento para que a edificação tivesse uma vida útil muito maior do que tem hoje. Então é válido trabalhar por exemplo com uma bitola maior de cabo. Então é importante ter a NBR

como base, mas também deve-se questioná-la em alguns pontos para atender melhor a eficiência.

Em armazenamento, é uma coisa certa. É algo que se vê no mercado. O banco de baterias ainda é um passivo muito grande. Se o edifício dura 80 anos e o banco de baterias dura 15, é preciso ver o que se pode ser feito. Mas com certeza é uma tendência.

Medição e conexão, trazer uma auditoria com a concessionária. Garantir que esse projeto tenha anuência da concessionária, isso é algo que afeta muito o projeto pois há um embate com relação ao uso energias renováveis. Essas considerações são do meu dia a dia.

Uso das alternativas, também vale equilíbrio da região de instalação e análise com mais cuidado.

Destaquei um item 5 que poderia ser o descarte ou para onde está indo os descartes da edificação. Desde a concepção, sobra da obra, até a operação do prédio e desconstrução.

Ivo:

Destaco o trabalho como de grande importância. As iniciativas para eficiência energética têm sido no setor público e podemos citar como estados unidos tenham uma grande participação da sociedade civil para esse fator.

Este trabalho vai colaborar muito com as normatizações. O aspecto primordial das planilhas vai trazer uma luz nos projetos de edificações. Eu início com uma pergunta, parece que há uma mudança de paradigma. O projeto arquitetônico é o primeiro da lista de projetos. Então o projeto elétrico acompanha o que foi definido na arquitetura. Então qual é o paradigma que você está construindo nesse trabalho?

Thiago:

A gente visa uma mudança pois a visão de projeto fragmentado onde a arquitetura vem primeiro e as outras engenharias vem em seguida, o que é mais discutido é o quanto esses projetos são problemáticos e precisam de revisões que não acontecem. O que queremos então é que toda equipe participe desde a concepção do projeto para que a arquitetura seja influenciada pelas soluções ativas da edificação.

Ivo:

Com relação aos indicadores, buscamos sempre por sistemas de valoração, para informar esse juízo para as decisões. Neste caso, as soluções não são só técnicas, mas também econômico, como você colocou aqui.

No item 1.1.1.1, precisamos incluir as subtransmissão. Pois a subtransmissão contempla muitos consumidores ou consumidores livres.

No item 1.1.2.1, você precisa reavaliar pois são sistemas que podem operar de forma desiguais com relação ao conectado na rede. Eu destaco que essa garantia que você coloca deve ser atendida pela geração total do sistema. E ela deve suprir a carga total. Como a geração por fonte renovável é intermitente, ela pode enfrentar problemas na entrega da energia. aí você deve deixar mais claro se é interessante ter como indicador o fator de capacidade da fonte que você quer alimentar esse edifício pra ele ser auto suficiente. Você pode linkar esse item com o 1231 e 1241.

1122, está bem colocado

123, 1231 você especifica o indicador, relatório de pesquisa de mercado apontando as te c disponíveis evidenciando vantagens e desvantagens. Do ponto de vista do sistema elétrico o que determina o tamanho da fonte que vai garantir a autosuficia é a demanda máxima da edificação, mas para que tenhamos um indicador com essa descrição devemos levar em consideração as propriedades econômicas dessa geração, isso é, o custo em dólar/kW gerado. Então essa vantagem ou desvantagem poderia ficar um pouco mais clara através dos custos. Mas podemos garantir a demanda máxima de utilidade dessa fonte, casando-se com conceito de microeconomia de utilidade dessa fonte. Essa fonte vai ser avaliada pela sua eficiência de entregar a potência desejada e energia necessária para demanda do edifício sem necessidade de

adições externas. Você tem mais uma garantia para assegurar a resiliência do projeto quando ocorrer as contingências previstas para o sistema. Nesse mesmo item você fala do relatório que evidencia a escolha da tecnologia. Ai talvez possamos considerar o parâmetro de sazonalidade, pensando na possibilidade da fonte não gerar permanentemente. Para o proposito comercial, a demanda energética representa significativa mudança durante o dia ou como a gente chama de “horosazonalidade”. Então é necessário para que se analise o melhor procedimento operacional técnico para escolha dessa tecnologia.

1232 modelo de estudo econômico, pode colocar o TIR como exemplo interessante também. Fica a pergunta se é o caso de obter o caso de payback de investimento.

Thiago:

O payback entra como um modelo para demonstrar para o stakeholder que o gasto de soluções no projeto é na verdade um investimento.

Ivo:

No item 1234, aqui pode-se relacionar com esse estudo de viabilidade econômica. Garante a fonte adequada.

No dimensionamento, ficou bem claro na fala dos colegas com relação as normas, a NBR para a eficiência energética é uma norma em vigor e hoje há um plano nacional que está avançando. É um documento estratégico e estrutura. Vai aprimorar o que já temos, pode ser usado como referência juntamente com outras normas internacionais.

No item 125, é muito desejável que incorpore o equipamento das instalações considerando os usos finais, isto é, equipamentos calculados, a potência instalada desses equipamentos, considerando seus rendimentos, seu serviço de energia, isto é, o quanto é utilizado durante o dia. garantiremos seu rendimento máximo com consumo mínimo. Essa é a chave para que tenhamos um dimensionamento para consumo mínimo. Esse é um ótimo indicador para considerar em um edifício eficiente. E se adotado em projeto, contribuimos para uma metodologia mais que desejável. E afeita as melhores práticas. Infelizmente não é normatizado nem é utilizado pelas concessionárias, mas é uma proposta que pode avançar nisso ao longo dos anos.

Ainda com respeito nas referências, para revisão elétrica total, para avaliar o equilíbrio de carga da edificação e sua eficiência como um todo, existe o Certified Energy Management, que é um integrador de sistemas para infraestrutura mecânica, elétrica e de processos, de construção, que analisa as melhores soluções para reduzir o uso de energia por uma abordagem econômica. É um certificador que pode ser incorporado como referência.

No item 1253, item bem colocado. Acho que é fundamental garantir que a edificação garanta a eficiência energética, assim como o uso da energia renovável e minimização de impactos ambientais, de protocolos de mudanças climáticas e integrabilidade por energia renovável, mas todas de caráter oficial e com credibilidade. Isso é importante e não se pode abrir mão.

Item 126, só queria acrescentar que talvez pela atualidade do tema, o assunto fala de edificação autosuficiente e o futuro fala de smartgrid, pensa-se numa inserção de recargas de veículos elétricos. Esta é uma carga extra para os edifícios daqui para frente, e é uma carga elástica pois quem tiver carro elétrico vai abastecer no seu edifício. Então tem cargas extras e flutuantes na sua edificação de altos e baixos consumos.

1262, pode acompanhar a referência do CEM citado no comentário do 125.

Item 133, é bom deixar claro os aspectos qualitativos da fonte são tão importantes como os aspectos econômicos. A multiplicação de indicadores deixa a modelagem e tratamento desses aspectos quantitativos e qualitativos um pouco maior no aspecto do tomador de decisão for efetivamente realizar essa análise.

1341, também pode ser um limitador de escolha se garantir que o equipamento seja encontrado na região. O Brasil avança muito, mas há uma limitação muito grande. Pois há regiões muito isoladas no Brasil e muitos equipamentos são importados de São Paulo.

Cat 2

Item 2.1.1.1, indica autonomia de geração. Podemos até estimar um indicador que nos de tempo vs carga pois há uma ansiedade quando falta uma fonte externa mais segura como é o da rede que é suprido por fontes mais constantes, do que por uma fonte somente. Por mais que o edifício seja autônomo é possível contingências de faltas graves. Então esse tempo vs carga, nos dá garantia segura de consumo do que se pode consumir e por quanto tempo. Linkar com 213, definir o que é uso prioritário na edificação.

Cat 3

3111, essa integração você está integrando as instalações de iluminação, climatização, refrigeração, aquecimento, tudo né, avalio que esses sistemas atuam com níveis satisfatórios de eficiência com a integração entre os sistemas e uma programação bem elaborada de todas as variáveis. É importante estar em um a planilha e um sistema que possa enxergar todos operando de maneira sincronizada e harmônica. Então o sistema de automação tem que conversar sim entre si.

Item seguinte, operação, precisa prever o controle e qualidade de outros sistemas como de água, comida e outras categorias de resiliência.

Segurança está bem colocado, inclusive os indicadores.

Cat 4

Essa integração causa um custo adicional no projeto de projeto, mas permite uma flexibilidade na análise e da auditoria interna.

Importante, melhorar o tema do comissionamento.

Thais:

Esclarecer melhor a descrição dos requisitos. Usa bem esse espaço para até esclarecer a existência do critério.

Prever o gerenciamento e uso do sistema. Da mais visão para integração da categoria.

Raquel:

Sem dúvida é um guia e se eu estou dando direcionamentos, eu também quero saber se vai funcionar.

O scorecard torna-se uma ferramenta de capacitação e ensino muito forte.

Quanto mais paralela é a tomada de decisões, maior é a velocidade de projetar e assegurar que tenhamos produtos de qualidade.

O projeto pode dar mais subsídio para mostrar que está trabalhando com resiliência da edificação pelo projeto e que impacta todo o ambiente construído.