



**ANÁLISE FINANCEIRA DA SEMEADURA E DO PLANTIO DE MUDAS
ARBÓREAS NA RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA NO CERRADO**

MARIANA REZENDE DE OLIVEIRA E SILVA

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA FLORESTAL**

FACULDADE DE TECNOLOGIA

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA - UNB

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA - UNB
FACULDADE DE TECNOLOGIA - FT
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA FLORESTAL – EFL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS**

**ANÁLISE FINANCEIRA DA SEMEADURA E DO PLANTIO DE MUDAS
ARBÓREAS NA RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA NO CERRADO**

MARIANA REZENDE DE OLIVEIRA E SILVA

ORIENTADOR: PROF. DR. ÁLVARO NOGUEIRA DE SOUZA

COORIENTADOR: RODRIGO STUDART CORRÊA

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS

PUBLICAÇÃO-PPGEFL.DM – 333/2019

BRASÍLIA-DF, 28 DE FEVEREIRO DE 2019.

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA FLORESTAL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS

“ANÁLISE FINANCEIRA DA SEMEADURA E DO PLANTIO DE MUDAS ARBÓREAS NA
RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA NO CERRADO”

MARIANA REZENDE DE OLIVEIRA E SILVA

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO ACADÊMICO SUBMETIDA AO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS, DO DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA FLORESTAL, DA FACULDADE DE TECNOLOGIA DA UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA, COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE.

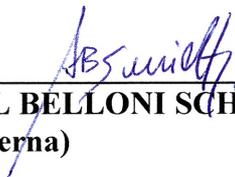
APROVADA POR:



Prof. Dr. ÁLVARO NOGUEIRA DE SOUZA (Departamento de Engenharia Florestal – EFL/UnB);
(Orientador)



Prof. Dr. JOSÉ ROBERTO RODRIGUES PINTO (Departamento de Engenharia Florestal – EFL/UnB);
(Examinador Interno)



Prof.ª Dr.ª ISABEL BELLONI SCHMIDT (Instituto de Ciências Biológicas – IB/UnB);
(Examinadora Externa)

Prof. Dr. REGINALDO SÉRGIO PEREIRA (Departamento de Engenharia Florestal – EFL/UnB).
(Examinador Suplente)

Brasília-DF, 28 de fevereiro de 2019.

FICHA CATALOGRÁFICA

SM333a SILVA, MARIANA REZENDE DE OLIVEIRA
ANÁLISE FINANCEIRA DA SEMEADURA E DO PLANTIO DE MUDAS
ARBÓREAS NA RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA NO CERRADO / MARIANA
REZENDE DE OLIVEIRA SILVA; orientador ÁLVARO NOGUEIRA DE
SOUZA; co-orientador RODRIGO STUDART CORRÊA. -- Brasília,
2019.
109 p.

Tese (Doutorado - Mestrado em Ciências Florestais) --
Universidade de Brasília, 2019.

1. Custo. 2. Custeio por Absorção. 3. Efetividade. 4.
Estratégias de Restauração. 5. Sementes e Mudas. I. NOGUEIRA
DE SOUZA, ÁLVARO , orient. II. STUDART CORRÊA, RODRIGO, co
orient. III. Título.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

SILVA, M.R.O. 2019. **Análise Financeira da Semeadura e do Plantio de Mudas Arbóreas na Restauração Ecológica no Cerrado**. Dissertação de Mestrado em Ciências Florestais, Publicação PPGEFL.DM - 333/2019. Departamento de Engenharia Florestal, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 109 f.

CESSÃO DE DIREITOS

Autora: Mariana Rezende de Oliveira e Silva

Título: Análise Financeira da Semeadura e do Plantio de Mudas Arbóreas na Restauração Ecológica no Cerrado.

GRAU: Mestre ANO: 2019

É concedido 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. A autora reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte desta dissertação de mestrado pode ser reproduzida sem autorização por escrito da autora.

Mariana Rezende de Oliveira e Silva
marianarezendeosilva@gmail.com

DEDICATÓRIA

“Ao meu amor e companheiro, Lucas Ferraz Hebling, por tornar meus dias mais leves. À minha família, mãe, pai, irmãs, pelo apoio de sempre e por compreenderem minha ausência nesses tempos”.

*“Restoration was to be the acid test of
our ecological understanding”*

Brad Shaw (1987)

AGRADECIMENTOS

À Geológica Consultoria Ambiental, pela disponibilização dos dados e pela abertura para a viabilização deste trabalho. Especialmente, à Amanda Andrade por todo apoio e disposição em ajudar à qualquer hora, durante dias, tardes, noites e madrugadas.

Ao querido professor Álvaro pela confiança, por me orientar e por acreditar em mim até o fim. Ao Rodrigo por compartilhar parte de seu vasto conhecimento e experiência de vida, incluindo também a Restauração Ecológica no Cerrado.

Ao Filipe Ribeiro e Luciano da Embrapa Cerrados por todo apoio e parceria para a formação da ideia inicial deste trabalho.

À Isabel por compartilhar parte do seu conhecimento e por me emprestar sua forma de enxergar o mundo com tanta inteligência, mesmo que em poucos encontros.

Aos colegas do trabalho, que seguraram a barra durante ausências e me deram força para continuar, principalmente: Ana Beatriz, Ana Liaffa, Juliana, Thaís e Guilherme.

Aos colegas da pós-graduação, por caminharmos de mãos dadas ao longo de toda essa jornada, principalmente: Maitê, João, Renata, Bia, Jonas e Maísa.

Ao meu companheiro Lucas, por me segurar e nunca me deixar cair, mesmo nos momentos mais difíceis.

À minha mãe, por me ensinar a ser forte, dedicada e não desistir. Ao meu pai, pela paciência e compreensão, das vezes que evitava estar presente e compreendia minha ausência. Às minhas irmãs, pela parceria, tem coisas que só vocês entendem. Sei o quanto vocês me apoiam, mesmo de longe.

À tantos amigos e amigas, pela compreensão da minha ausência e por não desistirem de mim.

E à mim mesma, que aprendi e cresci durante essa caminhada e fui capaz de concluir mais esse desafio.

À Deus, aos astros, ao universo pela abundância que nos circunda.

ANÁLISE FINANCEIRA DA SEMEADURA E DO PLANTIO DE MUDAS ARBÓREAS NA RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA NO CERRADO

Autora: Mariana Rezende de Oliveira e Silva

Orientador: Prof. Dr. Álvaro Nogueira de Souza

Coorientador: Prof. Dr. Rodrigo Studart Corrêa

Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais

Brasília, 28 de fevereiro de 2019.

Resumo – Pesquisas relacionadas à restauração ecológica têm enfatizado principalmente os aspectos técnicos e biofísicos e deixado uma lacuna sobre os temas econômico financeiros. O objetivo deste trabalho foi analisar a relação entre custo e a efetividade da restauração da vegetação em fragmentos de Cerrado *strictu sensu* degradados para criação de pastagem, por meio de duas estratégias: plantio de mudas e semeadura direta. Foram realizadas entrevistas semiestruturadas com os responsáveis pela execução de dois projetos, ambos localizados no Distrito Federal. Para análise de custos foi utilizada o Custeio por Absorção Parcial, considerando um horizonte de planejamento de dois anos, além do Custo Periódico Equivalente com base em uma projeção de sete anos. Para os casos específicos aqui analisados, a semeadura direta foi mais barata (R\$ 13.481,03/ha) do que o plantio de mudas (R\$ 44.745,75/ha). O planejamento foi mais caro para semeadura direta enquanto a implantação e o monitoramento foram mais custosos no plantio de mudas. Foi realizada análise de custo-efetividade, sendo o indicador ecológico selecionado o percentual de cobertura do solo, estimado a partir do método de interceptação de pontos em linha. Para os casos estudados, a semeadura direta apresentou-se mais vantajosa, tanto em termos financeiros, quanto em resultados ecológicos. Na área de semeadura direta, a cobertura de espécies subarbustivas nativas (98,25%), apesar de expressivo, apresentou apenas três espécies de rápido crescimento e o percentual de cobertura de espécies arbóreas e arbustivas foi pouco expressivo. Já na área do plantio de mudas, o percentual de herbáceas nativas (5,44%) foi maior do que de árvores e arbustos, o que representa acréscimo de outras formas de vida.

Palavras-chave: Custo, Custeio por Absorção, Efetividade, Estratégias de Restauração, Sementes, Mudas

Abstract – Research related to ecological restoration has emphasized mainly on technical and biophysical aspects and left a gap on the economic and financial issues. The objective of this work was to analyze the relationship between cost and effectiveness of vegetation restoration in the Cerrado *sensu stricto* fragments through two strategies: seedlings and direct seeding. Semi-structured interviews were carried with managers and employees of two projects, both located in Federal District, Brazil. For the cost analysis, Absorption Costing was used, considering a planning horizon of two years, in addition to the Equivalent Annual Cost, based on a projection of seven years. After surveying the costs and necessary activities of both strategies, direct seeding was cheaper (US\$ 3,436.09/ha) than seedling (US\$ 11,404.98/ha). Planning was more expensive for direct seeding while implantation and monitoring were more expensive in seedling. A cost-effectiveness analysis was performed, and the ecological indicator selected was the percentage of soil cover, estimated by the line-point interception method. For the cases studied, direct seeding was more advantageous, both in financial and ecological terms. In the direct seeding area, the percentage of native subshrub species (98.25%), although expressive, presented only three fast-growing species and the percentage of cover by trees and shrubs species was not very expressive. In the area of seedlings, the percentage of native herbaceous species (5.44%) was higher than that of trees and shrubs, which represents an increase of other forms of life.

Keywords: Cost, Absorption Costing, Effectiveness, Restoration Strategies, Seeds, Seedling.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	12
LISTA DE TABELAS	13
LISTA DE QUADROS	14
LISTA DE SIGLAS	15
1 INTRODUÇÃO GERAL	14
2 PROBLEMA E QUESTÕES DE PESQUISA	17
3 OBJETIVOS	18
3.1 OBJETIVO GERAL	18
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	18
4 REFERENCIAL TEÓRICO	19
4.1 ECONOMIA DA RESTAURAÇÃO	19
4.2 IMPACTOS SOCIOECONÔMICOS DA RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA	21
4.3 ASPECTOS LEGAIS DA RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA	23
4.3.1 Compensação Florestal no Distrito Federal	25
4.4 ESTUDOS SOBRE LEVANTAMENTO DE CUSTOS DA RESTAURAÇÃO NO BRASIL	26
4.5 ESTRATÉGIAS DE RESTAURAÇÃO	28
4.6 A IMPORTÂNCIA DE RESTAURAR O CERRADO	31
4.7 ANÁLISE FINANCEIRA	33
4.7.1 Análise de Custos	34
4.7.2 Análise Custo-Efetividade	39
5 CARACTERIZAÇÃO DAS ÁREAS DE ESTUDO	40
5.1 Área de Estudo I: Plantio de mudas – Região Administrativa de Santa Maria (MUD) 41	
5.2 Área de Estudo II: Semeadura Direta – Floresta Nacional de Brasília (SED)	44
6 CAPÍTULO I: ANÁLISE DE CUSTOS DE PROJETOS DE RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA NO CERRADO	15
6.1 INTRODUÇÃO	15
6.2 MATERIAIS E MÉTODOS	16
6.2.1 Coleta de Dados	16
6.2.2 Etapas e Horizonte de Planejamento	17
6.2.3 Cálculo da depreciação	19
6.2.4 Custeio por Absorção Parcial	19
6.2.5 Custo Periódico Equivalente	21
7 RESULTADOS E DISCUSSÕES	23

7.1.1	Custeio por Absorção Parcial	23
7.1.2	Custos e Atividades Realizadas	15
7.1.3	Custo Periódico Equivalente (CPE).....	26
7.2	CONCLUSÕES	28
8	CAPÍTULO II: ANÁLISE CUSTO-EFETIVIDADE DA COBERTURA VEGETAL NO BIOMA CERRADO	29
8.1	INTRODUÇÃO	29
8.2	MATERIAIS E MÉTODOS.....	31
8.2.1	Coleta de Dados de Custo	31
8.2.2	Percentual de Cobertura do Solo	31
8.2.3	Análise do Custo-Efetividade	34
8.3	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	36
8.4	CONCLUSÕES	43
9	CONSIDERAÇÕES FINAIS	43
10	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	44
	APÊNDICES	55

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – FLUXOGRAMA DE APLICAÇÃO E ALOCAÇÃO DE CUSTOS E DESPESAS NO MÉTODOS DO CUSTEIO POR ABSORÇÃO PARCIAL. FONTE: ADAPTADO DE PINZAN (2013).....	38
FIGURA 2 - LOCALIZAÇÃO DAS ÁREAS DE ESTUDO NO DISTRITO FEDERAL. ÁREA DE ESTUDO I: PLANTIO DE MUDAS, REGIÃO ADMINISTRATIVA DE SANTA MARIA E ÁREA DE ESTUDO II: SEMEADURA DIRETA, FLORESTA NACIONAL DE BRASÍLIA – FLONA.....	40
FIGURA 3 - MAPA DE LOCALIZAÇÃO DA ÁREA II – SEMEADURA DIRETA NA FLORESTA NACIONAL DE BRASÍLIA (FLONA), DISTRITO FEDERAL.....	45
FIGURA 4 - SEMEADURA DIRETA MECANIZADA, DESTACANDO A DISTRIBUIÇÃO DAS SEMENTES NA ÁREA DE ESTUDO II: FLORESTA NACIONAL DE BRASÍLIA, DISTRITO FEDERAL. FONTE: ACERVO GEOLÓGICA CONSULTORIA AMBIENTAL (2017).	46
FIGURA 5 - ROTEIRO DE QUESTÕES ABERTAS SOBRE OS CUSTOS DE RESTAURAÇÃO NO CERRADO PARA APLICAÇÃO AOS COORDENADORES DOS PROJETOS DE RECOMPOSIÇÃO DA VEGETAÇÃO NATIVA.....	16
FIGURA 6 – PASSOS PARA APLICAÇÃO DO CUSTEIO POR ABSORÇÃO PARCIAL. FONTE: ADAPTADO DE (MARTINS, 2010).	20
FIGURA 7 – CUSTOS TOTAIS (R\$/HA) DE PLANEJAMENTO, IMPLANTAÇÃO E MONITORAMENTO DA RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA NO CERRADO, PARA PLANTIO DE MUDAS (MUD) E SEMEADURA DIRETA (SED), REALIZADOS EM BRASÍLIA, DF.....	15
FIGURA 8 – COMPARAÇÃO DOS CUSTOS DE IMPLANTAÇÃO DO PLANTIO DE MUDAS (MUD) E DA SEMEADURA DIRETA (SED) REALIZADOS EM BRASÍLIA – DF, EM RELAÇÃO AOS VALORES ENCONTRADOS NA LITERATURA.	18
FIGURA 9 – A: DISPOSIÇÃO DAS PARCELAS AMOSTRAIS DE 20 X 20 M E DAS TRENAS DE 20 M ESTENDIDAS NAS DIAGONAIS DA PARCELA. B: ILUSTRAÇÃO DO MÉTODO DE INTERCEPTAÇÃO DE PONTOS EM LINHA. AO LONGO DA TRENA DE 20 M, A CADA 10 CM, DIVIDIDA EM TRÊS ESTRATOS (0-0,5 M; 0,5-1,0 M E >1,0 M).	33
FIGURA 10 – IMAGEM ILUSTRATIVA DA EXECUÇÃO DO MÉTODO DE INTERCEPTAÇÃO DE PONTOS EM LINHA PARA ESTIMATIVA DA COBERTURA VEGETAL, REALIZADA NA ÁREA DE SEMEADURA DIRETA NA FLORESTA NACIONAL DE BRASÍLIA, DF.	34
FIGURA 11 – PERCENTUAL DE COBERTURA DE QUALIDADE POR REAL INVESTIDO (Y) CALCULADO COM BASE NO ÍNDICE DE QUALIDADE DE COBERTURA (IC) EM ÁREAS DE SEMEADURA DIRETA (SED) E PLANTIO DE MUDAS (MUD), NO DISTRITO FEDERAL.....	41

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - ESPÉCIES PLANTADAS NA ÁREA I – PLANTIO DE MUDAS REALIZADO NA ÁREA DO CURRAL COMUNITÁRIO DE SANTA MARIA, DISTRITO FEDERAL.....	43
TABELA 2 - ESPÉCIES SEMEADAS NA ÁREA DE ESTUDO II: FLORESTA NACIONAL DE BRASÍLIA, DISTRITO FEDERAL, COM SUAS RESPECTIVAS FORMA DE VIDA E QUANTIDADE DE QUILOS DE SEMENTES POR HECTARE. S = SUBARBUSTO; AB = ARBUSTO; A = ÁRVORE; A/A = ARBUSTO/ÁRVORE.....	14
TABELA 3 – DIRECIONADORES DE CUSTOS PARA APROPRIAÇÃO DOS CUSTOS INDIRETOS.....	21
TABELA 4 –DESPESAS DOS PROJETOS DE RESTAURAÇÃO DO CERRADO ANALISADOS NO DISTRITO FEDERAL. MUD: PLANTIO DE MUDAS; SED: SEMEADURA DIRETA.	23
TABELA 5 – RELAÇÃO DAS ATIVIDADES GERADORAS DE CUSTOS DO PROJETO DE SEMEADURA DIRETA (SED), REALIZADO NO DISTRITO FEDERAL. OS CUSTO POR HECTARE ESTÃO CLASSIFICADOS EM INDIRETOS E DIRETOS.	14
TABELA 6 – RELAÇÃO DAS ATIVIDADES GERADORAS DE CUSTOS DO PROJETO DE PLANTIO DE MUDAS (MUD), REALIZADO NO DISTRITO FEDERAL. OS CUSTOS POR HECTARE ESTÃO CLASSIFICADOS EM INDIRETOS E DIRETOS.	14
TABELA 7 – RELAÇÃO DAS ATIVIDADES GERADORAS DE CUSTOS DO PROJETO DE SEMEADURA DIRETA (SED), REALIZADO NO DISTRITO FEDERAL. OS CUSTO POR HECTARE ESTÃO CLASSIFICADOS EM FIXOS E VARIÁVEIS.	14
TABELA 8 – RELAÇÃO DAS ATIVIDADES GERADORAS DE CUSTOS DO PROJETO DE PLANTIO DE MUDAS (MUD), REALIZADO NO DISTRITO FEDERAL. OS CUSTO POR HECTARE ESTÃO CLASSIFICADOS EM FIXOS E VARIÁVEIS.	14
TABELA 9– ESPECIFICAÇÃO DOS CUSTOS DE IMPLANTAÇÃO DE PROJETOS DE RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA NO CERRADO REALIZADO NO DISTRITO FEDERAL, DESCRIMINADOS POR GRUPOS DE ATIVIDADES. MUD: PLANTIO DE MUDAS; SED: SEMEADURA DIRETA.	19
TABELA 10 - CÁLCULOS E RESULTADOS DO CUSTO PERIÓDICO EQUIVALENTE (CPE) CALCULADO PARA OS PLANTIOS DE SEMEADURA DIRETA E PLANTIO DE MUDAS REALIZADOS NO DISTRITO FEDERAL PARA O HORIZONTE DE SETE ANOS DE MONITORAMENTO.....	27
TABELA 11 – CLASSES DE COBERTURA DO SOLO UTILIZADAS NA AVALIAÇÃO DA EFETIVIDADE DOS PROJETOS DE RESTAURAÇÃO VIA SEMEADURA DIRETA E PLANTIO DE MUDAS AVALIADOS NO DISTRITO FEDERAL.....	35
TABELA 12 –CUSTO POR HECTARE E COBERTURA VEGETAL APÓS SEIS MESES DE MANUTENÇÃO/MONITORAMENTO PARA OS PROJETOS DE RESTAURAÇÃO DO CERRADO VIA SEMEADURA DIRETA (SED) E PLANTIO DE MUDAS (MUD), REALIZADOS NO DISTRITO FEDERAL.....	36
TABELA 13 –PERCENTUAL DE COBERTURA DO SOLO EM ÁREAS DE RESTAURAÇÃO VIA SEMEADURA DIRETA (SED) E PLANTIO DE MUDAS (MUD) NO DISTRITO FEDERAL. MCN: MÉDIA DE NATIVAS POR PARCELA; MCE: MÉDIA DE EXÓTICAS POR PARCELA; MSE: MÉDIA DE SOLO EXPOSTO POR PARCELA; MCM: MÉDIA DE COBERTURA MORTA POR PARCELA.	37

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 - TIPOS DE CUSTOS APLICADOS À OPERAÇÕES FLORESTAIS.	36
---	----

LISTA DE SIGLAS

APG - *Angiosperm Phylogeny Group*

APP – Área de Preservação Permanente

BPE – Benefício Periódico Equivalente

CPE – Custo Periódico Equivalente

GEE - Gases de Efeito Estufa

IN – Instrução Normativa

MUD – Plantio de Mudas

PRAD – Plano de Recuperação de Áreas Degradadas

RL – Reserva Legal

SED – Semeadura Direta

SER – Sociedade de Restauração Ecológica

VPL – Valor Presente Líquido

1 INTRODUÇÃO GERAL

Em todo o planeta, a conversão de áreas nativas para a expansão de atividades antrópicas degradadoras tem transformado paisagens (ACHARD et al., 2002), especificamente para a realidade brasileira, esse cenário é alarmante. O bioma Cerrado, por exemplo, vem sofrendo uma ocupação intensa e acelerada nas últimas décadas, sendo que 43% de sua cobertura original já foi ocupada pela agropecuária (MAPBIOMAS, 2017)

O desmatamento e as atividades agropecuárias praticadas de forma predatória no Cerrado vêm alterando as interações bióticas e a disponibilidade de recursos no ecossistema (MATSON et al., 1997). Esse processo pode causar a extinção de espécies de plantas e animais, redução da quantidade e qualidade da água disponível, aumento da temperatura, mudanças no regime de chuvas, erosão do solo e até mesmo desertificação de extensas áreas (MICONNIS et al., 2016).

Uma das principais consequências da ocupação antrópica é a fragmentação de habitats, que representa a maior ameaça à biodiversidade existente em nosso planeta (PRIMACK; RODRIGUES, 2002; FENG et al., 2019). Neste sentido, diversos planos conservacionistas recomendam a restauração de comunidades vegetais como forma de impulsionar a sucessão e aumentar a capacidade de suporte do ambiente (ANAND; DESROCHERS, 2004; CORRÊA, 2009).

A Ecologia da Restauração consiste na atividade intencional que inicia ou acelera a recuperação de um ecossistema, com respeito à sua saúde, integridade e sustentabilidade (SER, 2004), sendo a Restauração Ecológica sua aplicação prática. Mais do que a proximidade com a condição anterior, níveis de sucessão devem ser alcançados, de modo a aumentar a resiliência ambiental, ou seja, a intensidade com que o ecossistema retoma o equilíbrio dinâmico após um distúrbio (PIMM, 1991).

Áreas em processo de restauração podem desempenhar funções socioambientais importantes (BENINI; ADEODATO, 2017). Como por exemplo a segurança alimentar e nutricional, geração de emprego e renda, aumento da qualidade de vida e manutenção dos recursos hídricos, do equilíbrio climático e preservação da biodiversidade, entre outras (MICONNIS et al., 2016).

Nas últimas décadas, diversos compromissos e iniciativas globais estão inserindo a restauração ecológica no centro das soluções para lidar com questões ambientais (ANTONIAZZI et al., 2016). No caso das mudanças climáticas, por exemplo, o cenário encontra-se cada vez mais desafiador, ao passo que a recuperação de ecossistemas naturais degradados parece ser a alternativa chave para atingir níveis seguros de carbono na atmosfera (BENINI; ADEODATO, 2017).

Um exemplo dessas iniciativas para mitigar os impactos ambientais causados pelo homem é a meta brasileira apresentada na 21ª Conferência das Partes da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças do Clima (COP21), realizada em 2015 em Paris, onde o país se comprometeu a reduzir 43% das emissões de gases de efeito estufa (GEE's) até 2030 (INDC, 2015). Para tanto, as ações estão centradas no fim do desmatamento ilegal na Amazônia, na restauração ecológica de 12 milhões de hectares e na recuperação de 15 milhões de hectares de pastagens degradadas, entre outras metas (INDC, 2015).

A própria legislação brasileira está alinhada aos esforços globais de combate as mudanças do clima e à perda da biodiversidade. A Lei de Proteção da Vegetação Nativa, também conhecida como “Novo Código Florestal” (Lei Nº 12.651, de 2 de maio de 2012), estabelece o CAR (Cadastro Ambiental Rural) e o PRA (Programa de Regularização Ambiental). Prevendo ainda, a recomposição da vegetação em Áreas de Preservação Permanente (APPs) e Reservas Legais (RL).

Com esses instrumentos, a lei exige que a produção agrícola esteja combinada com a conservação ambiental, abrindo caminhos para que a restauração ecológica aconteça em larga escala (ANTONIAZZI et al., 2016). Estudos indicam que o passivo de Reserva Legal e APP nas propriedades rurais do país está entre 21 e 25 milhões de hectares (SOARES-FILHO et al., 2014). Para suprir essa necessidade, de acordo com a legislação, proprietários de terra deverão recompor suas áreas de passivo ambiental por meio de diferentes estratégias de restauração, a depender do cenário ambiental, social e econômico recorrente.

A definição técnica da melhor estratégia a ser utilizada irá depender de características da degradação, da vegetação a ser restaurada, do tempo e dos recursos financeiros

e humanos disponíveis para a restauração a ser implementada (ANTONIAZZI et al., 2016). Em todo o mundo, as estratégias mais usadas para restauração de áreas degradadas são: plantio de mudas e semeadura direta (FLORENTINE; WESTBROOKE, 2004). Neste sentido, uma série de pesquisas vêm sendo realizadas em busca de comprovar vantagens e desvantagens desses métodos.

Este conhecimento é necessário para que sejam realizados projetos específicos para cada condição ambiental. Para tanto, as intervenções para recomposição da vegetação nativa deverão ser aceleradas por meio de incentivos técnicos e financeiros ao produtor rural. Muitas vezes mediante a incentivos governamentais ou financiamento privado, o que requer conhecimento prévio sobre a viabilidade econômica, como o grau de risco e o potencial de retorno do capital (BENINI; ADEODATO, 2017).

É importante considerar fatores econômicos e financeiros juntamente com fatores biofísicos, contextualizando-os na dinâmica da estratégia (ANTONIAZZI et al., 2016). Pesquisadores em todo o país estão investindo em coletas de dados e desenvolvimento de modelos econômicos viáveis, sobretudo considerando as possibilidades de retorno com o aproveitamento de produtos (madeireiros e não-madeireiros). Levando também em consideração as características da região, os potenciais mercados e diversos métodos de restauração (BENINI; ADEODATO, 2017)

De modo geral, as pesquisas relacionadas à restauração ecológica têm enfatizado principalmente os aspectos técnicos e biofísicos e deixado uma lacuna sobre os temas econômico financeiro (ANTONIAZZI et al., 2016). Por conseguinte, o aprofundamento no conhecimento sobre a estimativa de valores e análise financeira da restauração ecológica é de extrema importância para a elaboração de políticas de apoio. Além de subsidiar a criação de metas para regularização com foco no cumprimento da legislação ambiental do país (ANTONIAZZI et al., 2016).

Com base nisso, este trabalho visa contribuir com o entendimento dos aspectos financeiros da restauração ecológica da vegetação nativa em áreas de Cerrado *sensu stricto* degradadas para instalação de pastagem, por meio da análise de custos-efetividade de dois diferentes estudos de caso.

2 PROBLEMA E QUESTÕES DE PESQUISA

Há décadas tem-se observado o aumento acelerado da degradação dos ecossistemas. Entretanto, a natureza tem limites para a sustentação da produtividade, adaptabilidade e capacidade de renovação dos recursos naturais (BEGON et al., 2007). Por isso, nos últimos anos, a restauração ecológica tem sido inserida no centro das soluções para lidar com questões ambientais.

A fim de cumprir essa demanda, a ciência da restauração vem crescendo substancialmente nas últimas décadas. Entretanto, poucos são os trabalhos que relacionam o tema econômico-financeiro com os aspectos biofísicos. Desta forma, carecem subsídios para elaboração de políticas de apoio e estabelecimento de metas para regularização, com foco no cumprimento da legislação e dos acordos internacionais (ANTONIAZZI et al., 2016).

Assim, a questão que norteará esta pesquisa é: Qual o custo/efetividade da restauração da vegetação nativa no Cerrado pelos métodos: plantio de mudas e semeadura direta?

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL

Analisar a relação entre custo e efetividade da restauração da vegetação em áreas de Cerrado *sensu stricto* degradadas para instalação de pastagem, por meio de duas estratégias: plantio de mudas de espécies arbóreas e semeadura direta de espécies herbáceas, arbustivas e arbóreas.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Elencar operações básicas envolvidas na implantação do plantio de mudas e da semeadura direta no Bioma Cerrado;
- Elencar valores de custos de planejamento, implantação e manutenção da restauração no Cerrado com base nos dois estudos de caso selecionados;
- Realizar a Análise de Custos dos dois estudos de caso selecionados pelo método do Custeio por Absorção Parcial e Custeio Periódico Equivalente;
- Comparar custos de atividades semelhantes inerentes ao plantio de mudas e à semeadura direta;
- Elencar dados de cobertura do solo nas áreas em processo de restauração da vegetação selecionadas para este estudo;
- Realizar análise custo/efetividade com base na análise de custos e nos dados de cobertura do solo;

4 REFERENCIAL TEÓRICO

4.1 ECONOMIA DA RESTAURAÇÃO

A teoria econômica de tradição neoclássica entende que problemas ambientais não podem interferir no funcionamento eficiente do mercado (MUELLER, 2012). O homem, portanto, entendia os recursos naturais como ilimitados. De fato, naquela época, a escala da economia era reduzida em relação aos estoques de capital natural. Já nos últimos 150 anos houve crescimento exponencial da economia global que está fortemente correlacionado com o aumento do uso e da degradação dos recursos naturais (HARRIS, 2008).

A expansão da agricultura intensiva, da urbanização e da população global no século XX revelam que os bens e serviços ecossistêmicos (BSE) não estão mais disponíveis gratuitamente para uma grande parcela de seres humanos (BRANCALION et al., 2017). Desta forma, é razoável incluir a degradação ambiental como uma das falhas do sistema econômico, cujas estratégias estão fortemente orientadas para uma suposição de crescimento contínuo e exponencial do PIB (MUNASINGHE, 2004).

Atualmente há um reconhecimento crescente de que os estoques de capital natural, cada vez menores, representam um importante fator limitante do crescimento econômico. Neste sentido, economistas e ecólogos concordam que existe a necessidade urgente de recuperar esses estoques, dos quais toda a economia depende (BLIGNAUT et al., 2014). Assim, a restauração ecológica e a reabilitação se tornaram parte do conjunto de respostas para enfrentar as consequências da degradação dos ecossistemas (BLIGNAUT et al., 2014b).

Por décadas, grupos industriais tem propagado a ideia de que proteção ao meio ambiente é ruim para os negócios e de que a restauração é custosa e prejudicial à economia (BEZDEK et al., 2008). Não obstante, essas afirmações carecem de pesquisas em larga escala sobre os benefícios econômicos e a geração de empregos resultantes da restauração do meio ambiente (BENDOR et al., 2015). Um fator que tem dificultado este tipo de análise é o fato de que a atividade da restauração ecológica não se encaixa em um único setor econômico tradicional, uma vez que as

atividades podem abranger ao mesmo tempo pesquisa, planejamento, movimentação de terra, colheita de sementes, produção de mudas, manutenção dos plantio, etc. (BENDOR et al., 2015).

Nos últimos anos, vem surgindo o conceito de “Economia da Restauração”, definido inicialmente pelo pesquisador Storm Cunningham e publicado no livro “*The Restoration Economy*”, em 2002 (KELMENSEN et al., 2017). Esse conceito se refere ao crescimento econômico advindo da renovação, restauração e reconexão dos ambientes naturais e construídos, incluindo suas variáveis socioeconômicas (CUNNINGHAM, 2002). Também compreendida pelo conjunto de atividades econômicas que contribuem para a restauração de processos naturais, desde o planejamento, produção de mudas, engenharia, serviços jurídicos, até fornecedores de insumos e atividades ligadas a manutenção da área em restauração (BENDOR et al., 2013).

Apesar do avanço desse conceito, objetivos como os da Restauração Ecológica exigem grandes investimentos que devem ocorrer no curto e médio prazo para retornos a longo prazo, o que dificulta a justificção desses investimentos no mercado financeiro. Por isso, uma das questões essenciais no século XXI é o investimento suficiente na manutenção e recuperação de sistemas críticos de capital natural (HARRIS, 2008). É sabido que a escala do esforço de restauração necessário está muito além da capacidade financeira de muitos governos, ONGs ou agências públicas e privadas de financiamento (BRANCALION et al., 2017).

O estudo publicado em 2014 pelo grupo *New Climate Economy*, por exemplo, contabilizou no mundo a existência de investimentos de US\$ 50 bilhões por ano em restauração, sendo metade nos países em desenvolvimento (BENINI; ADEODATO, 2017). No entanto, pesquisas mostram que apenas 13 a 17% do total das necessidades anuais de restauração e conservação são atendidas, sendo que a maior parte do dinheiro disponível (US\$ 41 bilhões) é proveniente de fontes governamentais ou filantrópicas, com apenas \$ 10 bilhões por ano investidos pelo setor privado (FARUQI, 2016). O trabalho realizado pelo Instituto Escolhas calculou que a meta de recuperar 12 milhões de hectares em ecossistemas brasileiros requer que o país faça

um investimento entre R\$ 31 bilhões e R\$ 52 bilhões em 14 anos (KISHINAMI; WATANABE JR., 2016). No entanto, calcula-se que o país investiu apenas R\$ 855,8 milhões em recuperação de áreas degradadas entre 2007 e 2016 (GESISKY, 2018).

Diante do exposto, o aprofundamento no conhecimento sobre a estimativa de valores e análise econômica da restauração ecológica é de extrema importância para a elaboração de políticas de apoio, principalmente para a restauração em larga escala (ANTONIAZZI et al., 2016). Além de subsidiar a criação de metas para regularização com foco no cumprimento da legislação ambiental do país e de acordos internacionais. Se torna necessário, portanto, a criação de estratégias de mercado que esclareçam as vantagens sociais e econômicas provenientes de projetos de restauração, principalmente em larga escala, a fim de torná-los mais atrativos aos olhos dos investidores (WRI, 2017).

4.2 IMPACTOS SOCIOECONÔMICOS DA RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA

De modo geral, os recursos naturais têm grande potencial de ajudar populações a evitar, mitigar e sair da pobreza (HOBLEY, 2005). Estudos analíticos e experimentais realizados pelo Banco Mundial, por exemplo, mostram que atividades econômicas em ambientes naturais são cruciais para a redução da pobreza em diversos países (THE WORLD BANK, 2004). Estima-se ainda, nos países em desenvolvimento, que cerca de 1,2 bilhão de pessoas dependem de ecossistemas nativos ou agroflorestais para a geração de emprego e renda (THE WORLD BANK, 2006).

Experiências têm provado que investimentos em restauração podem contribuir com economias locais através da geração de emprego e renda (BENINI; ADEODATO, 2017). Consequentemente, estimulam a inclusão social, necessária para uma economia inclusiva, robusta e baseada no uso saudável dos recursos naturais (PLANAVEG, 2017). Portanto, a restauração ecológica tem o potencial de promover a transição para uma sociedade sustentável, desde que combinada à políticas sociais e econômicas (REZENDE; SCARANO, 2017).

Estudos apontam que a recuperação ambiental, dependendo da estratégia utilizada, pode criar entre 15 e 33 empregos para cada 1 milhão de dólares investido, enquanto

o agronegócio e a pecuária criam em média 22 empregos por milhão investido, respectivamente (EDWARDS et al., 2013). Nos EUA, estudo realizado em âmbito nacional concluiu que a restauração ecológica gera 221.000 empregos (diretos e indiretos) e contribui com U\$ 24,86 bilhões para a produção econômica (BENDOR et al., 2015). No Brasil, especificamente no estado de São Paulo, a remuneração mensal de um profissional coletor de sementes é cerca de quatro vezes maior que o salário mínimo, o que representa um aumento de renda para o produtor rural (BRANCALION et al., 2012a). Na Chapada dos Veadeiros (GO), alguns coletores faturam cerca de R\$ 4.000,00 por mês (SILVA, 2017). A Rede de Sementes do Xingu, em 2015 comercializou aproximadamente 17 toneladas de sementes, gerando R\$ 311 mil de renda aos coletores (GOVARI, 2016a).

Do ponto de vista social, ainda existe grande resistência em promover a restauração de ecossistemas degradados, já que, para o agricultor, restaurar significa reduzir a área tradicionalmente utilizada para a subsistência e geração de renda (MORAES, 2016). Além disso, é importante considerar que a adesão social requer determinadas condições de viabilização. Desta forma, à despeito da obrigação legal, é importante questionar se os proprietários poderão arcar com os custos e se existem insumos suficientes (sementes, viveiros, mudas, etc.) e mão-de-obra qualificada para viabilizar esses projetos em escala nacional (REZENDE; SCARANO, 2017).

É necessário, portanto, a organização de uma cadeia produtiva para transformar esses esforços em atividades socioeconômicas que movimentem a economia dos municípios (MORAES, 2016). O que irá variar de acordo com o perfil do agricultor, o ecossistema e as condições ambientais locais onde a propriedade se situa (REZENDE; SCARANO, 2017). Exemplos de ações que precisam ser fomentadas são (MORAES, 2016):

- criação de um mercado de base florestal que inclua a produção e a comercialização de sementes e mudas;
- mapeamento e o cadastro de matrizes para a coleta de sementes;
- implantação e a operação dos viveiros de mudas;
- planejamento e o monitoramento de intervenções e plantios;

- identificação e a escolha de técnicas de restauração adequadas a cada situação;
- controle de processos erosivos;
- controle de espécies exóticas invasoras
- Monitoramento de áreas em áreas em processo de restauração.

Um exemplo foi o fomento às redes de sementes no Brasil pelo Fundo Nacional do Meio Ambiente em 2001. Com o apoio do FNMA, foram criadas oito Redes, abrangendo todos os biomas, com o objetivo de diagnosticar o estado da arte do setor no país, identificar as demandas de mercado e capacitar grupos para a produção, coleta e beneficiamento de sementes nativas (MMA, 2011).

Cabe destacar a importância da sinergia entre políticas de viés socioeconômico e de restauração, em consonância com a redução dos custos e a otimização dos ganhos socioambientais (REZENDE; SCARANO, 2017). Algumas alternativas para a viabilização econômica: produção e a comercialização de sementes e mudas; sistemas agroflorestais (SAFs); modelos de pagamento por serviços ambientais (PSAs) e o turismo rural ecológico integrado ao ecoturismo (MORAES, 2016).

De modo geral, percebe-se que a restauração de ecossistemas degradados pode contribuir com o aumento da qualidade de vida da sociedade por meio do incremento de renda e agregação de novos produtos. Também colabora com a valorização do homem no campo, a diminuição do êxodo rural e suas consequências nos conflitos sociais de grandes centros urbanos e o resgate da identidade cultural das comunidades, fortalecendo, assim, a relação do homem com a terra (MORAES, 2016). Além, claro, do atendimento à legislação vigente e conservação dos recursos naturais.

4.3 ASPECTOS LEGAIS DA RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA

A consciência de que a recuperação da floresta é necessária para prevenir ou mitigar danos ambientais surgiu, principalmente, devido aos impactos socioambientais causados por empreendimentos hidrelétricos, como a erosão do solo e o assoreamento dos corpos d'água (DURIGAN; MELO, 2011). A partir de então, um grande incentivo foi a criação em 1981, da Política Nacional do Meio Ambiente (Lei nº 6.938/81) que institui, no âmbito do Licenciamento

Ambiental, a restauração como medida compensatória de impactos causados pela implantação de empreendimentos degradadores.

A própria Constituição Federal de 1988, em seu Artigo 225, § 2º, estabelece que *“Aquele que explorar recursos minerais fica obrigado a recuperar o meio ambiente degradado (...)”*. Além disso, declara em seu *Inciso I, do § 1º* como incumbência do poder público preservar e restaurar os processos ecológicos essenciais¹.

Além disso, a Lei Nº 12.651, de 25 de maio de 2012 (“Novo Código Florestal”), que dispõe sobre a proteção da vegetação nativa e estabelece regras para a regularização ambiental das propriedades agrícolas brasileiras. A efetiva implementação desta lei exige a cooperação dos órgãos públicos, dos produtores, da cadeia produtiva e de organizações civis. Espera-se que, dessa forma, permita-se aprimorar e expandir a produção agropecuária, ao mesmo tempo que fomenta a conservação ambiental no país (LIMA; MUNHOZ, 2016). O que representa um dos alicerces para que a recomposição ocorra em larga escala (ANTONIAZZI et al., 2016).

De modo geral, o Código Florestal está fundamentado em três pilares: 1 - Cadastro Ambiental Rural (CAR), que definirá os passivos de APPs e RLs a serem regularizados nas propriedades rurais e prevê que o produtor deverá propor um Projeto de Recuperação de Áreas Degradadas ou Alteradas (PRADA); 2 - Os Programas de Regularização Ambiental (PRAs) estaduais, que deverão nortear o processo de regularização por meio de um conjunto de regras; e 3 - os Termos de Compromisso, que conterão os compromissos de cada produtor (LIMA; MUNHOZ, 2016).

Em vistas à oferecer apoio para viabilizar a aplicação do Código Florestal, o Ministério do Meio Ambiente, com o apoio de diversos parceiros, instituiu a Política Nacional de Recuperação da Vegetação Nativa (Proveg) por meio do Decreto nº 8.972, de 23 de janeiro de 2017. Essa política pública objetiva articular, integrar e promover políticas, programas e ações indutoras da recuperação da vegetação nativa (Decreto nº 8.972/2017).

¹ Constituição Federal da República Federativa do Brasil (1988):
http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Constituicao/Constituicao.htm

4.3.1 Compensação Florestal no Distrito Federal

A Lei Nº 7.804/1989 determina que é de responsabilidade do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis – IBAMA e do órgão estadual competente, o licenciamento ambiental de empreendimentos que utilizam recursos ambientais, efetiva ou potencialmente poluidores, capazes de causar degradação ambiental. No caso do Distrito Federal, o órgão distrital competente é o Instituto Brasília Ambiental (IBRAM).

O Decreto Distrital 14.783/93, (revogado em 2018 pelo Decreto 39.469) dispunha sobre tombamento de espécies arbóreo-arbustivas, e da outras providências. Estabelecia que a remoção de indivíduos arbóreos nativos ou exótico para parcelamento do solo, execução de obras, atividades ou projetos de relevante interesse para toda a sociedade, serão autorizadas mediante medidas compensatórias, seja o transplântio ou remanejamento da árvore ou ainda compensação desses indivíduos em outra área.

No tocante à quantificação da compensação, o Decreto 14.783/93 determinava que a erradicação de um espécime nativo ou exótico deve acarretar em um plantio compensatório de 30 e 10 mudas nativas do bioma Cerrado, respectivamente.

No entanto, este decreto foi revogado pelo Decreto 39.469, de 22 de novembro de 2018, que dispõe sobre a autorização de supressão de vegetação nativa, a compensação florestal, o manejo da arborização urbana em áreas verdes públicas e privadas e a declaração de imunidade ao corte de indivíduos arbóreos situados no âmbito do Distrito Federal.

Em seu Art. 3º, determina que a supressão de vegetação nativa para uso alternativo do solo, tanto de domínio público como de domínio privado, dependerá do cadastramento do imóvel no CAR, e de prévia autorização do órgão ambiental competente, que estabelecerá os parâmetros para compensação da supressão.

Segundo a legislação atual, a compensação florestal poderá ser realizada por meio de uma ou mais modalidades diferentes, ficando a escolha a critério do empreendedor. De forma resumida, as modalidades são:

- Recomposição de APP ou RL de imóveis rurais;
- Recomposição da vegetação nativa em imóvel rural ou área protegida;
- Recuperação de áreas degradadas declaradas pelo Poder Público como áreas prioritárias para recuperação e conservação;
- Preservação voluntária de remanescentes de vegetação nativa em imóvel rural;
- Conversão em recursos financeiros de até 100% da obrigação devida, cabendo ao proponente informar qual o percentual desejado;
- Execução de serviços ambientais em Unidade de Conservação pelo devedor as suas expensas, conforme regulamento expedido pelo órgão ambiental;
- Doação em pagamento de área para fins de criação ou ampliação de Unidade de Conservação mediante previa autorização do IBRAM.

Importante destacar que os plantios compensatórios analisados neste trabalho, por terem sido implantados antes de 2018, seguem o estabelecido no Decreto 14.783/93.

4.4 ESTUDOS SOBRE LEVANTAMENTO DE CUSTOS DA RESTAURAÇÃO NO BRASIL

Diante do cenário de compromissos assumidos perante acordos internacionais e das exigências do Código Florestal, o país encontra-se em uma corrida tecnológica para coletas de dados em campo e desenvolvimento de modelos econômicos viáveis (BENINI; ADEODATO, 2017). Sobretudo, considerando as possibilidades de retorno com o aproveitamento de ecossistemas nativos e seus produtos, madeireiros e não madeiros (WRI, 2017).

Nos últimos anos, avaliações sobre custos e receitas dos projetos de restauração ecológica têm permitido uma modelagem mais clara sobre o aspectos-chave, como fluxo de caixa e os retornos financeiros associados (BENINI; ADEODATO, 2017). No Brasil, uma série de estudos de caso vêm sendo realizados.

Um exemplo são estudos sobre custos iniciados em dezembro de 2015 pela *The Nature Conservancy* (TNC) e outros parceiros. O trabalho produzido teve o objetivo de levantar custos envolvidos em projetos de restauração, considerando diversas técnicas praticadas nos diferentes biomas brasileiros (BENINI et al., 2017). Para tanto,

foram consideradas variação das características ambientais a partir da definição de dois cenários hipotéticos de referência, o de condições ambientais desfavoráveis (CAD), e o de condições ambientais favoráveis (CAF).

Outro trabalho realizado pelo Instituto Escolhas calculou que a meta dos 12 milhões de hectares requer um investimento entre R\$ 31 bilhões e R\$ 52 bilhões em 14 anos. Com a criação de até 215 mil empregos e arrecadação de R\$ 3,9 bilhões a R\$ 6,5 bilhões em impostos (KISHINAMI; WATANABE JR., 2016).

A TNC também iniciou um estudo econômico para dimensionar a renda que a restauração pode trazer em programas estaduais. Um exemplo é o Programa Reflorestar, iniciativa do governo do Espírito Santo, que, contando com o apoio da TNC, investe em ações de estímulo ao produtor rural para que ele restaure áreas degradadas por meio de benefícios de Pagamento por Serviços Ambientais (PSA).

Outro estudo realizado pela Agroicone compilou os custos da restauração ecológica em oito Estados. Foram consideradas diferentes técnicas e condições ambientais das regiões. Neste caso, conclui-se que deixar a vegetação regenerar naturalmente é, em média, dez vezes mais barato do que plantar mudas (ANTONIAZZI et al., 2016).

Mais um exemplo é o projeto de “Valorização Econômica do Reflorestamento com Espécies Nativas”, ou projeto VERENA, desenvolvido pelo WRI Brasil. A iniciativa se dedica a identificar e disseminar informações técnicas sobre os principais casos de investimentos em revegetação em curso no Brasil. O trabalho de valoração é composto por análises de custo, taxas de risco e retorno do uso econômico, que mostram que a restauração pode fornecer benefícios monetizados (VERGARA et al., 2016) .

No Brasil, a complexidade do tema é proporcional ao tamanho do território e à grande diversidade de paisagens e fisionomias vegetais abrigadas nos diferentes biomas. Por esse motivo, o grande objetivo dos estudos em curso no país é elaborar métricas e modelos econômicos de fácil aplicação, adaptáveis às várias regiões (BENINI et al., 2017).

4.5 ESTRATÉGIAS DE RESTAURAÇÃO

Os custos de projetos de restauração estão diretamente atrelados a diferentes estratégias, que dependem, principalmente, das características da área degradada (NUNES et al., 2017). Essas características incluem, por exemplo, as condições de degradação do solo, a escala de trabalho, a possibilidade de mecanização, as condições e existência dos acessos, a cobertura vegetal atual, a presença de regenerantes e a necessidade de cercamento (NAVE; RODRIGUES, 2017).

Para a escolha da melhor estratégia, é essencial aliar a ciência ao conhecimento prévio da área de estudo. Além de dados secundários, é necessário realizar o diagnóstico prévio ou zoneamento ambiental da área (PACTO, 2009). Também é importante que seja feita uma análise da paisagem regional a partir de monitoramento continuado da área em processo de restauração, a fim de permitir ações corretivas quando necessário (VIANI et al., 2013).

Esse diagnóstico irá permitir avaliar a resiliência da área, ou seja, a capacidade do ecossistema natural de recuperar sua estrutura e função degradados ao longo do tempo (SER, 2004). Em ambientes que apresentam alta resiliência, por exemplo, poderá ser aproveitado o potencial de regeneração natural, reduzindo os custos do projeto de recuperação (BRANCALION et al., 2016). Outro fator que auxilia nesse processo é a presença de remanescentes de vegetação conservada na paisagem regional, pois podem fornecer propágulos de espécies nativas não pioneiras (NAVE; RODRIGUES, 2017).

Com base nessas características, a restauração tem sido classificada em três grupos: passiva, intermediada ou ativa (NUNES et al., 2017). A restauração passiva é baseada no processo natural de sucessão, com mínima intervenção humana, normalmente é feito o isolamento da área para permitir a regeneração natural (NUNES et al., 2017). Pode ser empregada quando o local é próximo a remanescentes de vegetação nativa, apresenta alta densidade e diversidade de nativas regenerantes, solo pouco compactado e baixa presença de espécies invasoras (VIEIRA et al., 2017a).

Uma regeneração intermediária é a que utiliza técnicas que aceleram os processos de sucessão natural, com a remoção ou redução das barreiras para a regeneração, como o controle de espécies invasoras, por meio do controle químico ou natural (BRANCALION et al., 2016). Este método tem apresentado vantagens de custo quando comparado com métodos de adensamento e enriquecimento (BENINI et al., 2017), entretanto, não são tão eficientes quando aplicados em áreas profundamente degradadas com histórico intenso do uso do solo (CHAZDON, 2008; BRANCALION et al., 2016).

Para lidar com ambientes degradados onde a capacidade de resiliência já foi ultrapassada, a restauração ativa é requerida (NUNES et al., 2017). Esse terceiro grupo de restauração é caracterizado por técnicas intervencionistas, como o plantio de mudas ou a semeadura de espécies nativas, com o intuito de permitir o aumento da diversidade florística (RODRIGUES, et al., 2011).

É importante ressaltar que todos esses métodos podem ser combinados de diversas formas. O nível de intervenção deve estar de acordo com as características favoráveis da área, as metas de gerenciamento e a disponibilidade de recursos financeiros (BRANCALION et al., 2016).

A maioria dos estudos de restauração são voltados para ecossistemas florestais, por este motivo, as recomendações de restauração estão focadas, principalmente, no plantio de árvores, tanto na base científica quanto em experiências práticas (RUIZ-JAEN; AIDE, 2005; RODRIGUES et al., 2009). Entretanto, muitas vezes essa estratégia é escolhida de forma inapropriada, sem análise correta das características específicas do bioma a ser restaurado.

Exemplo disso é a desvalorização das savanas por meio do plantio de florestas em áreas onde historicamente elas não ocorrem (VELDMAN et al., 2015). Alta densidade de árvore é incompatível com biomas savânicos, uma vez que pode limitar a riqueza e estabilização de plantas herbáceas e arbustivas, reduzir habitats de animais adaptados a locais abertos, alterar a ciclagem de nutrientes e o ciclo hidrológico (VELDMAN et al., 2015; PELLIZZARO et al., 2017).

No Brasil, plantios de espécies florestais tem sido realizados para restaurar áreas originalmente cobertas por Cerrado, devido ao crescimento acelerado, rápida produção de sementes e disponibilidade em viveiros (PELLIZZARO et al., 2017). Entretanto, para promover a restauração efetiva dessas áreas é necessário investir em pesquisas sobre restauração de espécies herbáceas e arbustivas, sua propagação e estabelecimento em campo (PELLIZZARO et al., 2017).

Algumas experiências vem sendo desenvolvidas a fim de viabilizar a técnica de semeadura direta em termos ecológicos, para recuperação de ecossistemas, e silviculturais, para povoamentos com fins econômicos (FERREIRA et al., 2009). A semeadura direta costuma ser recomendada por sua versatilidade e relativo baixo custo, podendo ser utilizada em terrenos regulares ou declivosos, além de ser indicada em locais onde a regeneração natural é baixa ou inexistente (BARNETT; BAKER, 1991).

Um exemplo histórico de aplicação da semeadura direta no Brasil foi a semeadura aérea realizada em 1985 na Serra do Mar, região de Cubatão, onde houve devastação acelerada das florestas e poluição do ar provocadas pela grande quantidade de indústrias instaladas na região (POMPÉIA et al., 1989). Os resultados indicaram altos índices de sobrevivência de árvores e teve ótimos efeitos em solos nus e com vegetação rasteira nativa, porém, a germinação de espécies lenhosas foi de aproximadamente 0,1% em áreas de arbustos e presença de braquiária (IPT, 2018).

Outro exemplo mais recente é a campanha *Y Ikatu Xingu*, que tem o objetivo de restaurar as matas ciliares na bacia do Rio Xingu, localizado na Amazônia brasileira, através da semeadura direta em larga escala com uso de máquinas agrícolas (DURIGAN et al., 2013). Em 10 anos, a restauração promovida pelo projeto possibilitou reflorestar mais de três mil hectares (GOVARI, 2016b). Inspirados nesta campanha, outros experimentos têm obtido sucesso no Distrito Federal, na Reserva Biológica da Contagem, e em Goiás, no Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros (VIEIRA et al., 2017b).

Em todo o mundo, uma quantidade considerável de recursos vem sendo investidos em restauração de áreas degradadas, e as estratégias mais usadas são: plantio de

mudas e semeadura direta (FLORENTINE; WESTBROOKE, 2004). Neste sentido, uma série de pesquisas vêm sendo realizadas em busca de investigar e comparar vantagens e desvantagens desses métodos.

Após análise de mais de 120 trabalhos, PALMA; LAURANCE (2015) descobriram que experimentos com semeadura direta usam duas vezes mais espécies do que o plantio de mudas. Diversos autores afirmam que o custo de implantação da semeadura direta é mais barato que do plantio de mudas (PALMA; LAURANCE, 2015; SAMPAIO et al., 2015; MORAES, 2016; PELLIZZARO et al., 2017; VIEIRA et al., 2017a). No entanto, em plantios de mudas vêm sendo encontrados melhores resultados em termos de aumento da sobrevivência, o que possivelmente acelera o processo de recuperação. Isso impacta diretamente nos custos de manutenção, ainda pouco analisados nos trabalhos de modo geral (PALMA; LAURANCE, 2015).

Via de regra, uma das maiores dificuldades para a germinação e estabelecimento de indivíduos semeados no Cerrado tem sido a competição com gramíneas invasoras e incêndios florestais nas fases iniciais de desenvolvimento (SILVA; VIEIRA, 2017). Contudo, tanto para o plantio de mudas quanto para a semeadura direta, a disponibilidade de sementes em quantidade, qualidade, variedade de espécies e acessibilidade de preço ainda é um grande desafio (MARTINS, 2015).

4.6 A IMPORTÂNCIA DE RESTAURAR O CERRADO

O Bioma Cerrado é amplamente heterogêneo em termos de biodiversidade e fitofisionomias, consiste em uma mistura de campos, com ocorrência esparsas de arbustos e árvores pequenas, savanas e florestas de galeria ao longo dos cursos d'água (EITEN, 1977). É o segundo maior bioma brasileiro, ocupando cerca de 24% do território nacional (IBGE, 2004). O clima é sazonal, com uma estação chuvosa, de outubro a março, e outra seca, de abril à setembro. A temperatura varia de 22° a 27°C e a média pluviométrica anual é de 1500 mm.

O Cerrado é considerado a Savana com maior biodiversidade do planeta (RIBEIRO; WALTER, 2008), com mais de 11.000 espécies nativas (MENDONÇA et al., 2008),

entre as quais 4.000 são endêmicas (MYERS et al., 2000). Entretanto, essa riqueza de espécies tem sido pouco reconhecida e apreciada.

Em todo planeta, áreas de savana vêm sendo amplamente utilizadas para atividades agropecuárias e demais formas de ocupação (SANO et al., 2008b). De modo geral, essas áreas são diretamente associadas à evolução da espécie humana. Até os anos 70, a savana brasileira era ocupada especialmente por pecuária sobre pastagens naturais (SANO et al., 2010). Entretanto, nos últimos anos, a cobertura do solo mudou drasticamente, com a introdução da produção extensiva e mecanizada de grãos para a exportação, principalmente soja, milho, algodão e café (KLINK, C. A.; MACHADO, 2005).

Os remanescentes de Cerrado apresentam solos antigos, altamente degradados, profundos, ácidos, pobres em nutrientes e com alta concentração de alumínio (HARIDASAN, 1982; KLINK, C. A.; MACHADO, 2005). Portanto, fertilização e calagem são necessários para a correção dos solos, o que não impediu a expansão da fronteira agrícola nessas áreas. Análises recentes indicam que 43% da sua cobertura original do bioma já foi ocupada pela agropecuária (MAPBIOMAS, 2017).

De modo geral, a ocupação humana e a construção de estradas fizeram com que a massa contínua de área com biota natural se transformasse em uma paisagem cada vez mais fragmentada. Desta forma, a vegetação é representada por ilhas inseridas numa matriz de agrossistemas (MMA, 1999; SANO et al., 2008a).

Efetivamente, o Cerrado tem sido visto como uma alternativa de desmatamento da Amazônia, tanto por expansão agrícola quanto por plantios florestais (MMA, 1999). Neste contexto, estima-se que entre 2002 e 2011 as taxas de desmatamento do Cerrado foram 2,5 vezes maiores que na Amazônia (STRASSBURG et al., 2017).

Essa transformação vem acompanhada de um alto custo ambiental. Originando a perda da biodiversidade, o aumento de espécies invasoras, a degradação do solo, a poluição da água, a mudanças no regime do fogo e as modificações microclimáticas (KLINK, C. A.; MACHADO, 2005).

A restauração ou recomposição de comunidades vegetais têm sido vistas como forma de impulsionar a sucessão e aumentar a capacidade de suporte do ambiente (ANAND; DESROCHERS, 2004; CORRÊA, 2009). O Plano Nacional de Recuperação da Vegetação Nativa, por exemplo, afirma que a complementação da conservação da vegetação com a restauração pode conservar mais de 650 espécies endêmicas e ameaçadas, tanto de plantas como de vertebrados (PLANAPEG, 2017). Além disso, pode-se evitar até 83% de extinções projetadas caso as ações sejam dirigidas para áreas críticas como corredores ecológicos (STRASSBURG et al., 2017).

Pesquisas sobre a restauração do Cerrado são recentes e escassas (DURIGAN et al., 2011). A própria legislação ambiental para proteção da vegetação nativa brasileira (Lei 12.651/2012) não estabelece medidas específicas para a conservação e restauração de fisionomias não florestais, na lei enquadradas como “demais formas de vegetação” (PILON, 2016).

Devido à suas características próprias, as técnicas de restauração estabelecidas para outros biomas, como florestas, podem não ser adequadas para a restauração do Cerrado (SAMPAIO et al., 2015). De modo geral, o Cerrado é formado por um mosaico de tipos de vegetação, com presença de florestas, mas principalmente de savanas e campos (RIBEIRO; WALTER, 2008), caracterizados pela coexistência herbáceas e espécies arbóreas dispersas (SCHOLES; ARCHER, 1997). Desta forma, as estratégias de restauração da vegetação savânica e campestre devem busca restaurar também esses estratos (SAMPAIO et al., 2015).

4.7 ANÁLISE FINANCEIRA

A análise financeira de um empreendimento examina os custos e benefícios em função dos preços de mercado e determina suas relações com os determinados indicadores, permitindo examinar e comparar a viabilidade de diferentes projetos (SANTOS et al., 2002; ARCO-VERDE; AMARO, 2014). Além disso, pode também subsidiar decisões sobre mobilização de capital, investimentos e prognose de cenários futuros (POKORNY et al., 2011).

Especificamente para o mercado florestal, a análise financeira é usada para gerar critérios de decisão sobre possibilidades de otimização operacional, investimentos em máquinas, treinamentos da mão-de-obra, alteração na organização do trabalho e implementação de novas técnicas de produção (POKORNY et al., 2011). Para investimentos em restauração ecológica, não poderia ser diferente, apesar de pouco aplicada, a análise financeira e de custos é uma ferramenta essencial para alocação dos recursos necessários.

A qualidade da análise financeira depende fortemente da qualidade das informações usadas. No âmbito da produção florestal, a diversidade das informações a serem consideradas no processo da análise é maior do que para empreendimentos industriais ou agrícolas. Isso resulta principalmente do fato de que as florestas representam ecossistemas complexos, que geram um grande número de benefícios diretos e indiretos por períodos relativamente longos (POKORNY et al., 2011).

No caso da restauração ecológica, atualmente existe uma estrutura apropriada para considerá-la não como um item de custo em um orçamento de projeto para desfazer erros do passado, mas como uma opção geradora de valor (BLIGNAUT et al., 2014a). Cada vez mais pesquisas têm demonstrado essa realidade a nível mundial, restando apenas a inclusão dessa pauta como prioridade nas políticas de governo para, posteriormente, se tornar uma opção real aos investidores.

Tendo em vista que a análise financeira trata do ponto de vista de um indivíduo, empresa ou grupo específico e que a análise econômica considera os custos e benefícios do ponto de vista geral, ou seja, de todos os grupos da sociedade (POKORNY et al., 2011), os investimentos em Restauração possuem ainda mais vantagem competitiva no âmbito da análise econômica.

4.7.1 Análise de Custos

Na análise financeira, os recursos utilizados para gerar determinado produto são denominados fatores de produção, que, segundo a teoria econômica tradicional, são três: a terra, o trabalho e o capital (TROSTER; MOCHON, 1999). O dinheiro investido e mobilizado nesses fatores em determinado período são definidos como custos de produção (POKORNY et al., 2011).

De acordo com seu comportamento em relação à quantidade produzida, os custos de produção podem ser classificados em custos fixos ou variáveis (POKORNY et al., 2011). Os **custos fixos** são aqueles que a curto prazo independem do nível de produção. Já os **custos variáveis**, dependem da quantidade empregada dos fatores variáveis e, portanto, do volume da produção. A soma dos custos fixos e variáveis representa os custos totais (TROSTER; MOCHON, 1999).

Essa classificação nos permite analisar o comportamento dos custos com relação ao ganho de escala da produção. Nessa condição, os custos variáveis comportam-se de maneira constante com a variação dos custos unitários, enquanto a proporção dos custos fixos diminui por unidade produzida. Desta forma, o custo total por unidade de diminui de acordo com o aumento da quantidade produzida (POKORNY et al., 2011).

Em alguns projetos os custos variáveis também podem aumentar ou reduzir com o aumento da produção, em virtude do ganho de escala ou pelo aproveitamento da capacidade existente (POKORNY et al., 2011). Como por exemplo, com a aquisição de descontos pela maior quantidade de matéria-prima adquirida.

Outra classificação muito utilizada na análise de custos são os custos diretos e indiretos. Custos **diretos** são aqueles que podem ser diretamente associados aos produtos baseados em uma medida de consumo, como por exemplo quilograma de material consumido, número de embalagens e horas de mão de obra. Já os custos **indiretos** não podem ser alocados diretamente ao produto por uma medida objetiva, como por exemplo aluguel, salários da supervisão e energia elétrica (MARTINS, 2010).

O uso dos fatores de produção gera custos específicos, por isso, para facilitar a análise é comum agrupá-los de acordo com as características do projeto e enfoque da análise. Para o caso de operações florestais, POKORNY; PALHETA; STEINBRENNER (2011) sugerem a classificação apresentada no **Quadro 1**.

Quadro 1 - Tipos de Custos aplicados à operações florestais.

Tipos de Custos	Descrição	Exemplos
Salários	O equivalente pago pelo uso da mão de obra. Pode ser por tempo ou por produção.	Pagamento de diárias ou salário mensal; salário com base no número de mudas plantadas.
Encargos sociais	Custos que visam atender a legislação trabalhista e manter a situação social dos trabalhadores e empregados. No Brasil pode alcançar mais 60% dos salários brutos.	Fundo de Garantia por Tempo de Serviço (FGTS); férias; 13º salário e melhoramento das moradias.
Depreciação	O cálculo de depreciação tem como objetivo estimar a perda real do valor dos bens que têm duração maior que um ano. As três principais causas para a apreciação são: o desgaste pelo uso; o desgaste pelo tempo e a desatualização ou obsolescência dos bens.	Terrenos; prédio; máquinas e veículos.
Material	Todos os bens consumidos no período de 1 ano.	Gasolina; herbicidas; formicidas; adubo; e material de escritório.
Serviços	Consequência dos serviços contratados por outras empresas ou prestadores de serviço. Variam entre 5% a 40% dos custos totais, dependendo da política da empresa sobre seu grau de terceirização.	Prestadores de serviços; seguros; serviços especiais como correio, conta bancária, comunicação.
Juros	Juros efetivos (reais ou desembolsáveis): pagamentos feitos pela empresa por dinheiro emprestado de terceiros (créditos), ou seja, por capital externo. Juros imputados (não desembolsáveis): custo de oportunidade do capital, não geram despesas ou gastos.	Empréstimos bancários; Terrenos ou florestas;
Risco	Riscos são os acontecimentos não previstos que comprometem a atividade empresarial. Frequentes no setor florestal devido a influência dos fatores naturais. O montante dos custos do risco dentro dos custos totais pode chegar até 20%, mas normalmente não excedem 5%.	Roubo; extravio; cliente não paga; mercado não compra;
Impostos	A empresa florestal deve pagar impostos fixados por lei.	Impostos sobre o consumo (ICMS); veículos; mão-de-obra.

Fonte: POKORNY; PALHETA; STEINBRENNER (2011).

Nas últimas décadas, com o crescimento das empresas, a contabilidade de custos passou a ser encarada também como uma importante ferramenta gerencial (MARTINS, 2010). Desta forma, esse tipo de análise permite avaliar em que medida as empresas estão utilizando adequadamente seus recursos e fatores de produção (TROSTER; MOCHON, 1999), possuindo duas funções básicas: o auxílio no controle e a ajuda às tomadas de decisões (MARTINS, 2010).

Com esse objetivo, a contabilidade mais moderna vem criando sistemas de informações que permitam melhorar o gerenciamento de Custos, a partir da criação de metodologias de apropriação de custos, ou Custeio, como o *Activity Based Costing* (ABC), o Custeio por Absorção e o Custeio Variável. (MARTINS, 2010). Neste trabalho será utilizado o método do custeio por absorção.

4.7.1.1 Custeio por Absorção

No Custeio por Absorção todos os gastos relativos ao esforço de produção são distribuídos à todos os produtos ou serviços feitos (MARTINS, 2010). Neste sentido, todos os custos de produção, fixos ou variáveis, são considerados custos do produto (MAHER, 2001). É denominado Custeio por Absorção porque absorve, além dos custos variáveis, também os custos fixos dos bens e serviços produzidos (MARTINS; ROCHA, 2010).

É o método derivado dos Princípios Fundamentais da Contabilidade e adotado pela legislação comercial e fiscal no Brasil (MARTINS, 2010). Portanto, é válido para fins de Balanço Patrimonial, Demonstração de Resultados, Imposto de Renda e, na maioria dos países, para Balanço e Lucro Fiscais (MARTINS, 2010).

A distinção principal no custeio por absorção é entre custos e despesas. Custo é um gasto relativo a um bem ou serviço utilizado na produção de outros bens ou serviços. Despesa é um bem ou serviço consumido direta ou indiretamente para obtenção de receitas (MARTINS, 2010). A separação se faz necessária uma vez que as despesas são lançadas imediatamente contra o resultado do período, desta forma, apenas os custos relativos aos produtos vendidos serão tratados como custos (CARNEIRO, 2009).

Nesse método, os custos indiretos são atribuídos através do critério de rateio (CARNEIRO, 2009), e essa é um dos principais problemas associados ao método de Custeio por Absorção. Os critérios de rateio não necessariamente indicam a verdadeira relação dos custos com o produto ou atividade, podendo gerar algumas distorções (MARTINS, 2010).

Devido às críticas relacionadas ao Custeio por Absorção, novas técnicas foram sendo criadas no sentido torná-lo mais robusto e fidedigno. Neste sentido, em uma abordagem mais profunda, o Custeio por Absorção foi subdividido em três tipos: Custeio por Absorção Parcial, Custeio por Absorção Parcial Modificado e Custeio por Absorção Integral ou Pleno. A diferenciação entre cada um dos métodos está nos elementos que irão compor o resultado do período e aqueles que irão compor os custos dos produtos ou serviços (MARTINS; ROCHA, 2010).

O Custeio por Absorção Parcial, que será utilizado neste trabalho, é o Custeio por Absorção em sua forma mais tradicional, ou seja, atribuição dos custos fixos e variáveis e contabilização das despesas diretamente no resultado do período. A Figura 1 apresenta o fluxograma metodológico para o cálculo do Custeio por Absorção Parcial.

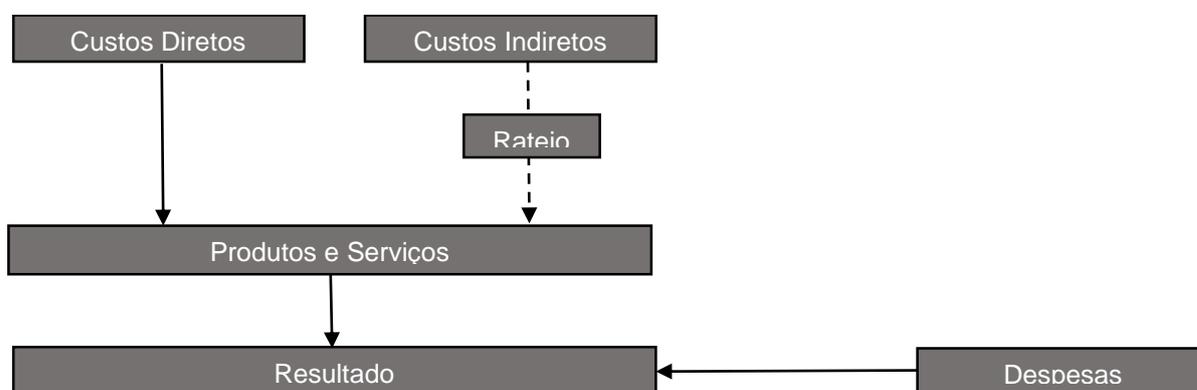


Figura 1 – Fluxograma de aplicação e alocação de custos e despesas no métodos do Custeio por Absorção Parcial. Fonte: Adaptado de PINZAN (2013).

4.7.1.2 Benefício (Custo) Periódico Equivalente (B(C)PE)

O critério do B(C)PE converte os fluxos de caixa líquidos (custos, receitas ou receitas líquidas) em uma série equivalente de valores iguais e, geralmente, anuais. É a parcela periódica e constante, necessária ao pagamento de uma quantia igual ao Valor Presente Líquido (VPL) da opção de investimento ao longo de sua vida útil.

Em outras palavras, o B(C)PE transforma o VPL em fluxo de receitas ou despesas contínuo e periódico, durante toda a vida útil do projeto (REZENDE; OLIVEIRA, 2013).

Quanto maior for o B (C)PE calculado, maior a viabilidade do projeto (REZENDE; OLIVEIRA, 2013). No caso deste trabalho, como o objetivo será uma análise de Custos, iremos trabalhar com o Custo Periódico Equivalente (CPE), então quanto menor o CPE, maior a viabilidade financeira do método de restauração avaliado.

4.7.2 Análise Custo-Efetividade

A análise de custo-efetividade tem por objetivo comparar os custos e benefícios de um projeto, sendo que os benefícios não são expressos em unidades monetárias, mas em unidades que indicam o resultado esperado (MIYABUKURO, 2014). Desta forma, compara-se uma categoria quantitativa em uma escala cardinal (custo) com uma qualitativa em uma escala ordinal (efetividade) (MIYABUKURO, 2014). Para tanto, realiza-se a divisão dos custos pelo indicador de efetividade escolhido, a fim de produzir um índice de custo-efetividade (BRANCO, 2014).

A principal vantagem com relação à essa análise, é que não é preciso precificar benefícios de difícil valoração (MIYABUKURO, 2014), como os serviços sociais e ambientais de projetos de restauração ecológica, por exemplo. Outra vantagem relacionada ao uso desse método está atrelada à possibilidade de auxílio nas decisões econômicas, no que se refere à implantação de políticas públicas, favorecendo o uso eficiente de recursos (BRANCO, 2014). No entanto, a desvantagem é que os índices de efetividade empregados só podem ser comparados entre alternativas com objetivos similares (SILVA, 2003).

5 CARACTERIZAÇÃO DAS ÁREAS DE ESTUDO

Para o levantamento dos custos da restauração ecológica no Cerrado foram selecionados dois diferentes projetos implantados no Distrito Federal, em áreas de cerrado *sensu stricto*, com o objetivo de cumprir com obrigações da Compensação Florestal (Figura 2). Ambos os plantios foram realizados pela mesma empresa de consultoria ambiental e serviram como estudos de caso para este trabalho. Os projetos serão aqui denominados:

- Área de Estudo I: Plantio de Mudanças – Santa Maria (MUD)
- Área de Estudo II: Semeadura Direta – Floresta Nacional de Brasília - FLONA (SED)

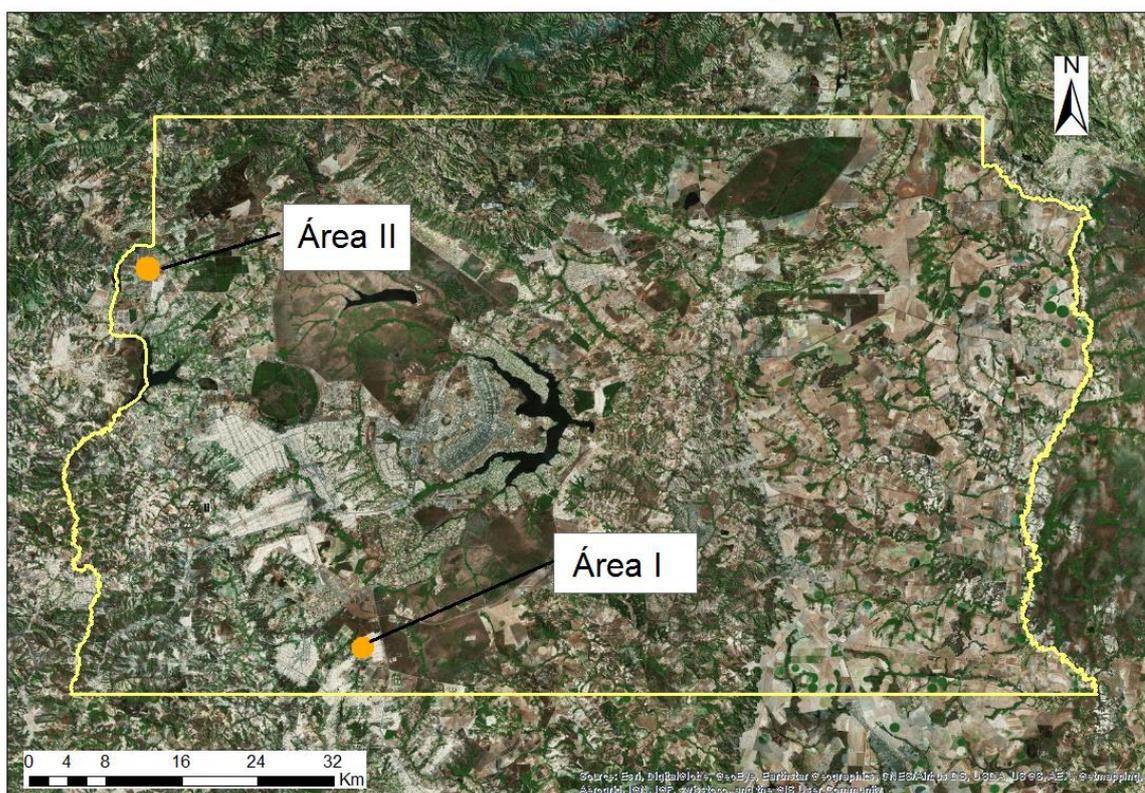


Figura 2 - Localização das áreas de estudo no Distrito Federal. Área de Estudo I: Plantio de mudas, região administrativa de Santa Maria e Área de Estudo II: Semeadura direta, Floresta Nacional de Brasília – FLONA.

Segundo o sistema de classificação de KÖPPEN (1936), ambas as áreas estão localizadas em clima do tipo Aw, com o verão quente e chuvoso (outubro a maio) e o inverno seco e frio (abril a setembro) (ALVARES et al., 2014). A temperatura média anual oscila em torno dos 22°C, com mínima de 16,8 °C e máxima de 27,7 °C (IBGE, 2012). A umidade relativa do ar varia entre 73% e 79% no verão e entre 50% e 65% durante o inverno, podendo chegar a valores menores que 20% (IBGE, 2012). Os meses de junho, julho e agosto são os mais secos e resultam em períodos de déficits hídricos (IBGE, 2012). A precipitação média anual é de 1.448 mm (IBGE, 2012).

5.1 Área de Estudo I: Plantio de mudas – Região Administrativa de Santa Maria (MUD)

A área em processo de restauração está localizado no Curral Comunitário de Santa Maria. O objetivo do plantio foi realizar a Compensação Florestal, conforme estabelecido pelo Decreto Distrital nº 14.783/1993, para compensar a supressão de vegetação nativa necessária para instalação de determinado empreendimento. O plantio foi executado por uma empresa de consultoria ambiental locada em Brasília/DF. A poligonal da área apresenta aproximadamente 2,5 hectares e está situada na Região Administrativa XIII do Distrito Federal – Santa Maria.

A área está localizada atrás da 33ª Delegacia de Polícia e distante aproximadamente 60 m da área urbana. Anteriormente, a área foi utilizada como curral comunitário para pastagem de animais, havia presença de algumas espécies arbóreas nativas e principalmente da gramínea exótica braquiária. Também era utilizada de forma irregular como área de despejo de entulho e de resíduos sólidos.

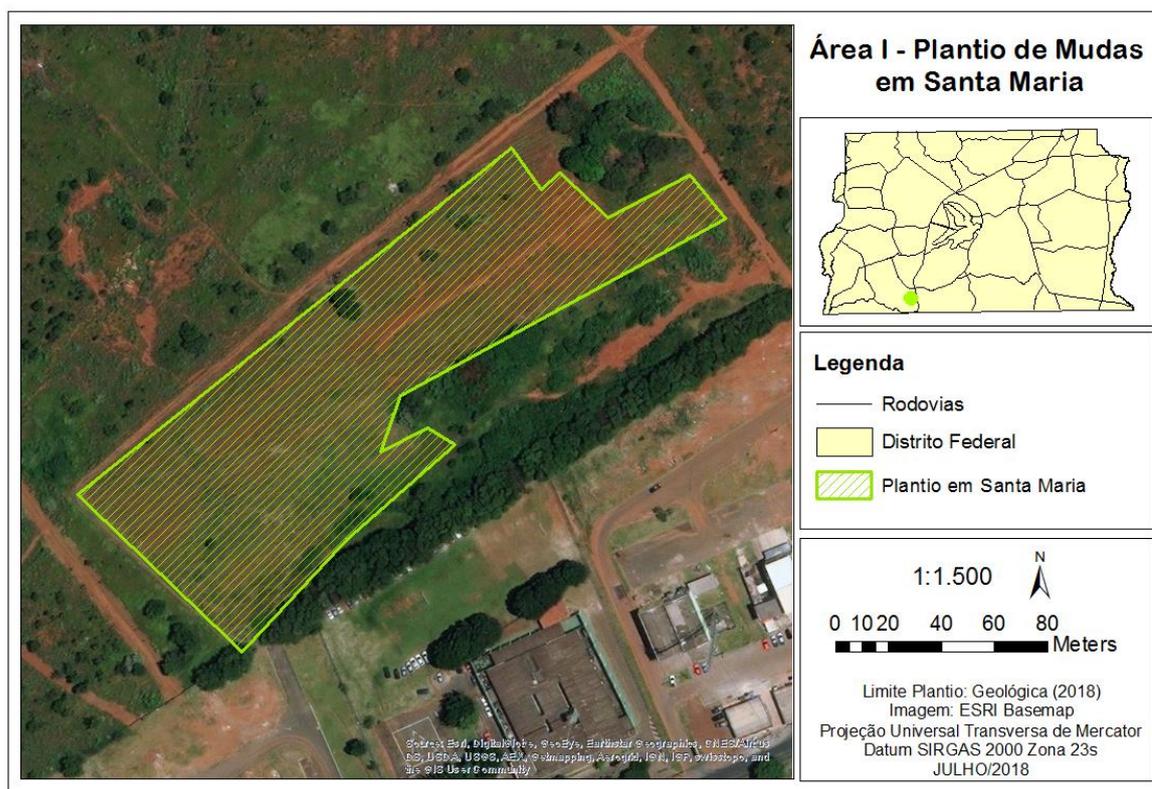


Figura 5 - Localização da Área de Estudo I – Plantio de mudas realizado na área do Curral Comunitário de Santa Maria, Distrito Federal.

Devido à proximidade com a área urbana e o risco de invasão e vandalismo nos plantios, para análise dos custos, foi considerado o custo referente ao isolamento da área com cerca de arame simples. Essa atividade tem como objetivo evitar a continuidade da degradação (PINTO et al., 2011). Além disso, foi construído aceiro de 4 metros de largura, para tanto, foi realizada a passagem dupla de arado em todo o perímetro da poligonal do plantio.

A limpeza da área pré-plantio foi realizada com uma passada de roçadeira mecânica acoplada a um trator quatro meses antes do plantio. Logo antes do plantio, foi realizada a subsolagem de 80 cm de profundidade nas linhas de plantio. As covas foram abertas com auxílio de uma haste de metal chamada “chucho”, no espaçamento de 2,25 m x 1 m. Ainda antes do plantio foi realizada adubação orgânica com cama de aviário, aplicado em toda a entrelinha de forma mecanizada (4.800 kg/ha). Além disso, foi aplicado 100 gramas por cova de adubo mineral NPK 04-14-08, a 10 cm das mudas.

O plantio propriamente dito foi realizado em janeiro de 2018, no total foram plantadas 6.000 mudas, pertencentes a 20 espécies nativas do Bioma Cerrado (Tabela 1). Todas as mudas foram adquiridas em viveiro da região e cuidadosamente selecionadas, tendo como base sua boa formação e características fitossanitárias. O transporte foi realizado por caminhão baú, para evitar danos durante o deslocamento.

Tabela 1 - Espécies plantadas na Área I – Plantio de mudas realizado na área do Curral Comunitário de Santa Maria, Distrito Federal.

N°	Nome Popular	Nome Científico	Família
1	Angico	<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan	<i>Fabaceae</i>
2	Aroeira	<i>Myracrodruon urundeuva</i> Allemão	<i>Anacardiaceae</i>
3	Aroeira-pimenteira	<i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi	<i>Anacardiaceae</i>
4	Barriguda	<i>Ceiba speciosa</i> (A.St.-Hil.) Ravenna	<i>Malvaceae</i>
5	Cedro	<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	<i>Meliaceae</i>
6	Pacari	<i>Lafoensia pacari</i> A.St.-Hil.	<i>Lythraceae</i>
7	Jenipapo	<i>Genipa americana</i> L.	<i>Rubiaceae</i>
8	Ingá-mirim	<i>Inga laurina</i> (Sw.) Willd.	<i>Fabaceae</i>
9	Ingá-cilíndrico	<i>Inga marginata</i> Willd.	<i>Fabaceae</i>
10	Ipê-branco	<i>Tabebuia roseoalba</i> (Ridl.) Sandwith	<i>Bignoniaceae</i>
11	Ipê-roxo	<i>Handroanthus impetiginosus</i> (Mart. ex DC.) Mattos	<i>Bignoniaceae</i>
12	Jacarandá	<i>Jacaranda cuspidifolia</i> Mart.	<i>Bignoniaceae</i>
13	Jatobá	<i>Hymenaea stigonocarpa</i> Mart. ex Hayne	<i>Fabaceae</i>
14	Jenipapo-de-cavalo	<i>Tocoyena formosa</i> (Cham. & Schltdl.) K.Schum.	<i>Rubiaceae</i>
15	Mutamba	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	<i>Malvaceae</i>
16	Pata-de-vaca	<i>Bauhinia forficata</i> Link	<i>Fabaceae</i>
17	Pau-formiga	<i>Triplaris americana</i> L.	<i>Polygonaceae</i>
18	Pau-jacaré	<i>Piptadenia gonoacantha</i> (Mart.) J.F.Macbr.	<i>Fabaceae</i>
19	Pau-pombo	<i>Tapirira guianenses</i> Aubl.	<i>Anacardiaceae</i>
20	Tamboril	<i>Enterolobium contortisiliquum</i> (Vell.) Morong	<i>Fabaceae</i>

O replantio deve ser realizado pelo menos duas vezes durante o período de dois anos de monitoramento/manutenção do MUD. O custo dessa atividade depende da mortalidade encontrada na área após a coleta de dados em campo. No primeiro replantio, realizado ao final do primeiro ano (dezembro/2018), foram repostas 42% das mudas. Para o segundo replantio, que deverá ser realizado no final do segundo ano (fevereiro/2020), estimou-se a necessidade de repor 30% das mudas.

5.2 Área de Estudo II: Semeadura Direta – Floresta Nacional de Brasília (SED)

A Floresta Nacional de Brasília (FLONA), criada pelo Decreto s/nº de 10 de junho de 1999, é uma unidade de conservação gerida pelo Instituto Chico Mendes de Biodiversidade – ICMBio, sua área total é de 9.346 ha (nove mil, trezentos e quarenta e seis hectares). Sua cobertura vegetal é constituída de talhões de eucaliptos e pinus, pastos abandonados com presença de gramíneas exóticas invasoras, áreas em recuperação, e áreas de cerrado nativo, como matas de galeria, campo úmido (veredas) e campo sujo, campo limpo, campo de murundus e cerrado *sensu stricto* (ICMBIO, 2016).

O talhão selecionado para a realização da semeadura direta está localizado na Área 3 FLONA, onde a cobertura vegetal nativa foi substituída por gramíneas exóticas do gênero *Urochloa* para produção de pastagem, antes da criação da UC (ICMBIO, 2016). A área onde foi realizado o plantio foi escolhida pelo IBRAM, com o objetivo de realizar a Compensação Florestal pela supressão de espécies protegidas, conforme disposto no Decreto Distrital nº 14.783/1993. O plantio foi realizado e é monitorado por empresa de consultoria ambiental localizada em Brasília/DF.

A primeira tentativa de recuperar a área ocorreu em 2014, com o plantio de mudas nativas, quando foram realizadas atividades de preparo de solo (arado e gradagem) e aplicação de adubos minerais e orgânicos. No entanto, devido à falta de monitoramento/manutenção adequada, todas as mudas morreram após a área ter sido tomada por espécies exóticas invasoras, que voltaram a ocupar o terreno após as primeiras roçadas, principalmente a braquiária (*Urochloa* sp.). Em 2017, como alternativa ao plantio de mudas, estabeleceu-se a implantação da semeadura direta como alternativa para a recuperação da área.

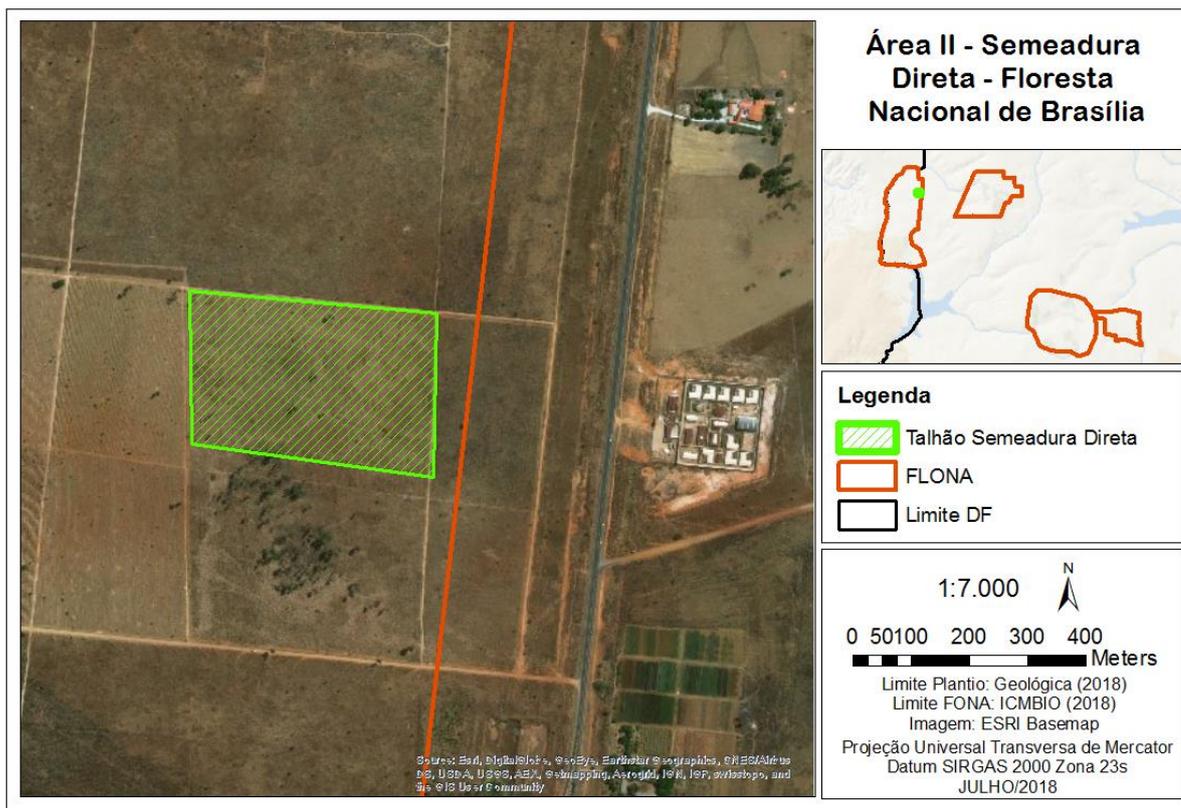


Figura 3 - Mapa de localização da Área II – Semeadura Direta na Floresta Nacional de Brasília (FLONA), Distrito Federal.

A primeira intervenção recomendada em projetos de sementeira direta é a queima controlada da área, como primeira ação para controle de gramíneas exóticas invasoras (GEIs) (SAMPAIO et al., 2015). Apesar de não ter sido necessária pelo fato da área ter sofrido processo de incêndio a pouco tempo, os custos relacionados à essa atividade foram considerados neste estudo. Assim como os custos da instalação de cercas, comumente utilizada para o isolamento e proteção do plantio contra invasão de animais e ações de vandalismo.

Foi construído aceiro de 4 metros de largura ao redor de toda a poligonal do plantio, para tanto, foi utilizada passagem dupla de grade aradora. Em setembro de 2017 iniciou-se o preparo do solo com passagem de microtrator acoplado a arado de disco em área total. Posteriormente foram realizados dois gradeamentos com profundidade de 25 cm em área total, em dezembro de 2017 e em janeiro de 2018, logo antes da sementeira.

Ainda no período chuvoso, janeiro de 2018, foi realizada a semeadura direta de espécies dos estratos subarbustivo, arbustivo e arbóreo do Cerrado. Para tanto, foi utilizado trator com distribuidor de sementes acoplado (Figura 4). No total foram semeadas 26 espécies e 98 kg de sementes por hectare (Tabela 2).



Figura 4 - Semeadura direta mecanizada, destacando a distribuição das sementes na Área de Estudo II: Floresta Nacional de Brasília, Distrito Federal. Fonte: Acervo Geológica Consultoria Ambiental (2017).

Para combate efetivo de gramíneas exóticas invasoras, foi realizada pulverização mecanizada de herbicida seletivo Haloxifope-P-Metílico (Verdict R®) na dosagem de 0,5 litros por hectare, preparado na proporção de 150 litros de calda por hectare. A primeira aplicação ocorreu em março de 2018 e a segunda em novembro de 2018.

Na primeira semeadura realizada em janeiro de 2018 não foi realizado o plantio de espécie herbáceas tendo em vista a previsão de aplicação do herbicida seletivo. Para tanto, foi realizada uma atividade de ressemeadura em dezembro de 2018, após a última aplicação do herbicida, com 30% das sementes inicialmente semeadas.

Tabela 2 - Espécies semeadas na Área de Estudo II: Floresta Nacional de Brasília, Distrito Federal, com suas respectivas forma de vida e quantidade de quilos de sementes por hectare. S = subarbusto; AB = arbusto; A = Árvore; A/A = Arbusto/árvore.

Nome popular	Nome científico	Família	Forma de Vida ²	Quant. (Kg/ha)	Percentual (%)
Amargoso	<i>Lepidaploa aurea</i> (Mart. ex DC.) H.Rob.	Asteraceae	S	20,81	21%
Assa-peixe	<i>Vernonanthura polyanthes</i> (Sprengel) Vega & Dematteis	Asteraceae	AS	7,31	7%
Caju	<i>Anacardium occidentale</i> L.	Anacardiaceae	A	8,55	9%
Fedegosão	<i>Senna alata</i> (L.) Roxb.	Fabaceae	AB	0,67	1%
Ipê caraíba	<i>Tabebuia aurea</i> (Silva Manso) Benth. & Hook.f. ex S.Moore	Bignoniaceae	A	0,67	1%
Lobeira	<i>Solanum lycocarpum</i> A.St.-Hil.	Solanaceae	AB	0,11	0%
Baratinha	<i>Mimosa clausenii</i> Benth.	Fabaceae	AB	0,45	0%
Caroba	<i>Jacaranda brasiliiana</i> (Lam.) Pers.	Bignoniaceae	A	0,22	0%
Amargoso- árvore	<i>Vatairea macrocarpa</i> (Benth.) Ducke	Fabaceae	A	1,01	1%
Mirindiba	<i>Buchenavia tomentosa</i> Eichler	Combretaceae	A	2,25	2%
Capitão-da- mata	<i>Terminalia argentea</i> Mart. & Zucc.	Combretaceae	A/A	1,01	1%
Tamboril- da-mata	<i>Enterolobium contortisiliquum</i> (Vell.) Morong	Fabaceae	A	7,09	7%
Gonçalo	<i>Astronium fraxinifolium</i> Schott	Anacardiaceae	A	1,80	2%
Barbatimão	<i>Stryphnodendron adstringens</i> (Mart.) Coville	Fabaceae	A	0,56	1%
Faveira	<i>Dimorphandra mollis</i> Benth.	Fabaceae	A	0,67	1%
Angelim- bravo	<i>Andira vermifuga</i> (Mart.) Benth.	Fabaceae	A	15,75	16%
Jatobá-do- cerrado	<i>Hymenaea stigonocarpa</i> Mart. ex Hayne	Fabaceae	A	1,46	1%
Baru	<i>Dipteryx alata</i> Vogel	Fabaceae	A	8,66	9%
Candieiro	<i>Eremanthus glomerulatus</i> Less.	Asteraceae	A	1,01	1%
Carvoeiro	<i>Tachigali aurea</i> Tul.	Fabaceae	A	0,79	1%
Sobre	<i>Emmotum nitens</i> (Benth.) Miers	Metteniusaceae	A/A	2,25	2%
Sambaíba	<i>Curatella americana</i> L.	Dilleniaceae	A/A	5,40	5%
Mama- cadela	<i>Brosimum gaudichaudii</i> Trécul	Moraceae	A/A	2,25	2%
Estilosantes	<i>Stylosanthes capitata</i> Vogel e <i>S. macrocephala</i> M.B.Ferreira & Sousa Costa	Fabaceae	SB	5,62	6%
Tingui	<i>Magonia pubescens</i> A.St.-Hil.	Sapindaceae	A	2,00	2%
Total (kg/ha)				98,38	100%

² Conforme Flora do Brasil. Disponível em <http://reflora.jbrj.gov.br>. Acesso em 4 de janeiro de 2019.

6 CAPÍTULO I: ANÁLISE DE CUSTOS DE PROJETOS DE RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA NO CERRADO

6.1 INTRODUÇÃO

Diante do atual cenário mundial de degradação ambiental e perda da biodiversidade, surgem uma série de iniciativas voltadas para a conservação e restauração dos ambientes naturais (BENINI et al., 2017). Ao mesmo tempo, vem se expandindo a inter-relação entre análise econômica e os temas ambientais, já que o uso descontrolado dos estoques de capital natural tem afetado a disponibilidade de produtos e serviços ecossistêmicos (BLIGNAUT et al., 2014b).

Uma das tarefas mais desafiadoras para a restauração ecológica é a composição dos custos de forma organizada e precisa (BRANCALION et al., 2012b). No entanto, essa é uma etapa fundamental para o sucesso da implantação de projetos dessa natureza, juntamente com o apoio técnico e conhecimento especializado (LATAWIEC et al., 2015).

O viés econômico é considerado um dos cinco elementos-chave que devem compor projetos de restauração ecológica, juntamente com aspectos ecológicos, culturais, políticos e sociais (ARONSON, 2010). Porém, os custos de implantação dos projetos ou os benefícios econômicos advindos da restauração, dificilmente vêm sendo considerados ou discutidos nos trabalhos publicados sobre o tema (ARONSON et al., 2010).

Com base nisso, este capítulo visa contribuir com os conhecimentos econômicos atrelados a projetos de restauração ecológica, por meio do levantamento dos custos e atividades envolvidos na restauração no Cerrado, considerando as duas estratégias mais comuns: plantio de mudas arbóreas e semeadura direta.

6.2 MATERIAIS E MÉTODOS

6.2.1 Coleta de Dados

Para fins de avaliação de custos foram utilizados os dados de custos inerentes à execução de dois projetos de restauração ecológica no Cerrado, um de plantio de mudas e outro de semeadura direta. Para tanto, foram levantados apenas os fluxos de desembolso, uma vez que não foram incluídas as receitas.

A técnica selecionada para coleta dos dados foi a realização de entrevistas semiestruturadas com os responsáveis pela execução de cada um dos projetos analisados. Para tanto, inicialmente foi elaborado um roteiro de questões abertas (Figura 5), com a possibilidade de inclusão de perguntas adicionais à medida que novos pensamentos e necessidades de entendimento fossem identificados durante a realização das entrevistas (EASTERBY-SMITH et al., 2002; RIGATO, 2007).

QUESTIONÁRIO SEMIESTRUTURADO	
Identificação dos custos de projetos de restauração no Cerrado	
1)	Quais são as Características Gerais do Projeto (local, objetivo, metodologia, espécies utilizadas, etc.)?
2)	Existiu algum levantamento ou tabulação dos custos do projeto?
3)	Quais os honorários dos coordenadores e gestores envolvidos diretamente?
4)	Qual o tempo para planejamento de cada atividade executada?
5)	Foi realizado cercamento, aceiro ou queima da área? Qual o custo de cada uma dessas atividades?
6)	Quais foram as atividades realizadas no período pré-plantio? Quais são os custos relacionados à essas atividades? E o tempo de duração das mesmas?
7)	Quais foram as ferramentas e equipamentos utilizados? Qual o preço de compra?
8)	Quais as atividades realizadas para a execução do plantio propriamente dito? Qual o custo de cada atividade? E o tempo de duração de cada atividade?
9)	Quantos funcionários estiveram envolvidos nessa etapa? Qual o valor da diária paga aos funcionários?
10)	Quais são as atividades previstas para o monitoramento dos plantios? Qual o custo envolvido nessas ações? E o tempo de duração de cada atividade?

Figura 5 - Roteiro de questões abertas sobre os custos de restauração no Cerrado para aplicação aos coordenadores dos Projetos de recomposição da vegetação nativa.

Antes de serem estimados os custos de restauração para cada um dos projetos, foi necessário caracterizar o conjunto de atividades, quantidade de insumos e mão de obra que cada técnica requer. Também foram especificadas as etapas do projeto nas quais esses itens foram empregados, como o planejamento, plantio e monitoramento.

Além das entrevistas e do questionário semiestruturado, foram disponibilizados pelos gestores documentos internos que auxiliaram tanto na identificação das atividades quanto no levantamento de custos. Os documentos disponibilizados foram: relatórios de plantio e monitoramento, notas fiscais, planilhas com quantitativos e valores de determinados insumos e contatos de empresas contratadas e consultores.

É importante destacar que para além dos custos planejados, aqui foram levantados todos os custos reais para a execução do projeto até o mês de dezembro de 2018. Incluindo aqueles necessários para alinhamento do projeto após eventuais imprevistos. No entanto, a partir de dezembro de 2018 até a data de finalização dos projetos, os custos foram previstos com base no planejamento das atividades futuras.

6.2.2 Etapas e Horizonte de Planejamento

Para a definição do horizonte de planejamento dos projetos de restauração da vegetação, foram consideradas três etapas: planejamento, implantação e monitoramento/manutenção (Figura 9). A definição do horizonte de planejamento foi feita por meio de investigações para se determinar o tempo em que os gestores e técnicos se dedicaram à essa atividade. O planejamento inclui atividades como o diagnóstico da área, a escolha do melhor método aplicável, a elaboração esquemática do projeto, a contratação de serviços terceirizados e a compra de equipamentos, materiais e insumos.

A segunda etapa consiste na implantação, que é quando de fato ocorre a execução das atividades em campo, como o cercamento, construção de aceiros, limpeza da área para combate a espécies exóticas invasoras, combate a pragas e doenças, preparo do solo, adubação e o plantio propriamente dito. A terceira e última etapa consiste no monitoramento/manutenção e monitoramento do plantio, atividades como o combate às espécies exóticas, pragas e doenças e o replantio são continuadas, caso seja necessário. Nesta etapa também ocorre a coleta de dados para análise dos resultados, o que apoia a tomada de decisão para definição das próximas intervenções.

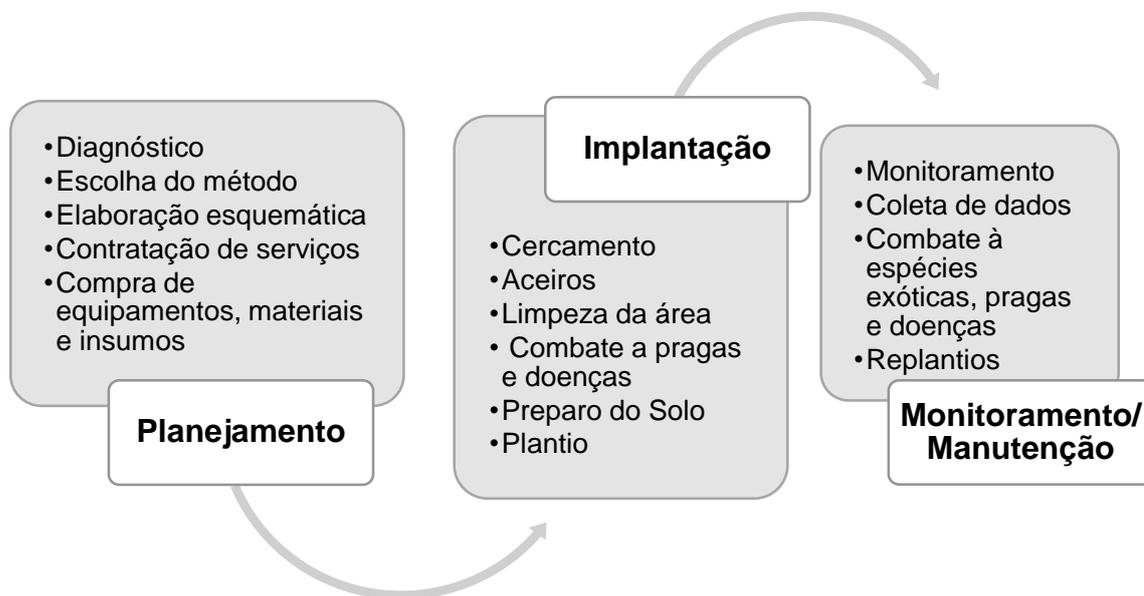


Figura 10 - Etapas envolvidas na execução de projetos de restauração ecológica, agrupadas: planejamento, implantação e monitoramento/manutenção.

Para a definição do horizonte de planejamento da análise, foi preciso considerar o tempo de monitoramento necessário, o tem sido uma das maiores discussões entre profissionais da restauração ecológica. Esse tempo deve ser suficiente para o reestabelecimento da vegetação, que deverá ser capaz de avançar a estágios mais maduros de desenvolvimento, sem necessidade de mais intervenções.

No caso dos projetos aqui analisados, o horizonte de planejamento das atividades de monitoramento/manutenção será um período de dois anos, uma vez que é prazo inicial estabelecido no contrato da empresa executora e a contratante.

Já para o cálculo do Custo Periódico Equivalente foi realizada uma projeção considerado um horizonte de 7 anos, tempo considerado possível para que o plantio alcance valores dos indicadores coerentes e condizentes com a legislação do DF (IN IBRAM 723/2017) (VIEIRA et al., 2017b).

6.2.3 Cálculo da depreciação

Para os bens que possuem duração maior que um ano foi considerado o custo da depreciação. De forma geral existem três causas principais para a depreciação: o desgaste pelo uso, o desgaste pelo tempo e a desatualização ou obsolescência dos bens (POKORNY et al., 2011).

Para estimar a perda real do valor do bem foi calculada a depreciação linear, em que o valor da depreciação é distribuído de forma homogênea por todos os anos da vida útil do bem em questão, conforme a Equação 1 a seguir (MARTIN et al., 1998):

$$Da = \frac{(V_0 - V_n)}{n} \quad (1)$$

Da : depreciação anual;

V_0 : valor de aquisição;

V_n : valor no final da vida útil após n anos

n : número de anos de vida útil.

Para as máquinas foi considerada depreciação de 10% ao ano e para os veículos de 20% ao ano, percentuais comumente utilizados à título de declaração de impostos. Esses valores foram escolhidos tendo como base o tempo de uso dos bens. Além disso, para as ferramentas e equipamentos, o custo associado foi calculado considerando uma vida útil de 5 anos, ou seja, depreciação de um quinto (20%) do valor de aquisição por ano.

6.2.4 Custeio por Absorção Parcial

A atribuição de custos aos produtos foi realizada por meio da sua segregação em grupos, denominados centros de custos (MARTINS; ROCHA, 2010), que são entidades contábeis nas quais os custos dos recursos humanos, materiais e tecnológicos, por exemplo, são acumulados, elemento a elemento. Posteriormente, para aplicação do Custeio por Absorção Parcial foram executados os seguintes passos (MARTINS, 2010):

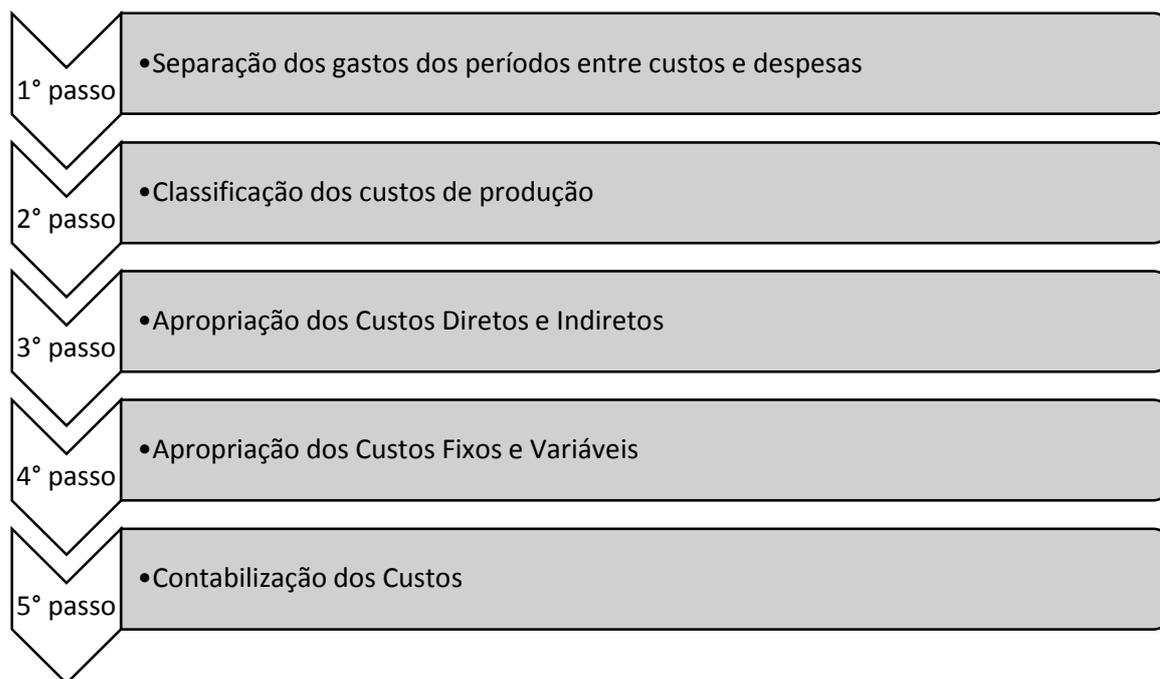


Figura 6 – Passos para aplicação do Custeio por Absorção Parcial. Fonte: Adaptado de (MARTINS, 2010).

Para a separação das despesas foi considerada a taxa de BDI (Benefícios e Despesas Indiretas) + ADM (Taxa Administrativa), que corresponde à 20% dos custos mapeados de cada projeto. Essa taxa é cobrada pela empresa para custear as despesas administrativas e comumente o lucro almejado.

No caso de custos indiretos, comuns à diversos projetos, a distribuição foi feita por meio do rateio tendo como base um direcionador de custo (Tabela 3). Para o rateio da mão de obra especializada, composta por: profissional sênior, profissional júnior e profissional de campo, foram utilizados os salários mensais recebidos pelos profissionais proporcionais às horas trabalhadas em cada projeto

Já para os custos de depreciação do trator, por exemplo, utilizado em todos os projetos da empresa, foi utilizado a quantidade de dias trabalhados como base de cálculos. A depreciação do carro foi baseada na quantidade de hora-máquina e a depreciação das ferramentas nos anos de uso.

Tabela 3 – Direcionadores de custos para apropriação dos custos indiretos.

Atividade	Direcionador de Custo
Salários	Horas trabalhadas
Depreciação das Ferramentas	Anos de uso
Depreciação carro	Quantidade de horas trabalhadas
Depreciação do trator	Quantidade de dias trabalhados

6.2.5 Custo Periódico Equivalente

Para o Cálculo do Custo Periódico Equivalente (CPE) foi necessário organizar os custos anuais, para posteriormente aplicar a metodologia de cálculo. O CPE foi obtido através da equação (VITALE; MIRANDA, 2010):

$$CPE = \frac{VPC [(1 + i)^t - 1](1 + i)^{nt}}{(1 + i)^{nt} - 1} \quad (2)$$

VPC = Valor Presente dos Custos

i = taxa de desconto

n = duração do projeto, em anos, ou em número de períodos de tempo

t = número de períodos de capitalização, aqui considerado igual a 1.

A taxa de desconto utilizada foi de 8,5% ao ano, condizente com as taxas de juros das linhas de crédito comumente utilizadas em projetos florestais (LIMA JÚNIOR et al., 1997). Também está próxima às taxas utilizadas em projetos de avaliação financeira da restauração, como: Verena (7,2% à 11,1%) (WRI, 2017); (OLIVEIRA et al., 2002) (10%) e Instituto Escolhas (7,87%) (INSTITUTO ESCOLHAS, 2016), calculadas pelo Modelo de Precificação de Ativos (*Capital Assets Pricing Model* – CAPM) e Custo de Capital Médio Ponderado (WACC).

Para o cálculo do desembolso anual do MUD e SED foram consideradas as atividades de: planejamento, pré-plantio, plantio e monitoramento/manutenção. No ano 0 (2017), tanto para a semeadura direta quando para o plantio de mudas, foram consideradas as atividades de planejamento e pré-plantio. No ano 1 (2018), ocorreram atividades de plantio propriamente dito.

No projeto da semeadura direta, o pré-plantio incluiu as atividades de cercamento da área, compra de EPIs, depreciação de ferramentas, queima controlada, abertura de aceiros, preparo do solo com arado de disco e grade aradora, compra das sementes

incluindo fretes e aluguel de galpão para armazenamento das mesmas. Já o plantio consiste na execução da sementeira e insumos necessários, como gastos com o trator, aluguel de banheiro químico e aluguel de containers para armazenamento das sementes em campo, além dos custos com mão de obra.

A partir da finalização do plantio até o mês de fevereiro de 2024 são executadas as atividades de manutenção e monitoramento. Em 2018 (ano 1) essas ações consistiram em duas aplicações de herbicida, uma ressemeadura e uma capina seletiva.

Para o período de 2019 à 2022, foram calculados os custos com monitoramento, capina seletiva e levantamento de dados. No sexto ano (2023) não foi considerado gasto com a capina seletiva, por considerar que neste ano essa atividade já não será mais necessária, uma vez que as espécies nativas estarão estabelecidas e prevalecendo sobre as espécies não desejadas. Porém, neste ano, além do monitoramento e coleta de dados, foi considerada uma ressemeadura com 30% das sementes inicialmente sementeiras.

No sétimo e último ano de monitoramento, foram mantidos apenas os custos com monitoramento e coleta de dados, realizados pela última vez, antes da entrega final do plantio ao cliente, para validação do órgão ambiental.

Já com relação ao plantio de mudas, as atividades de pré-plantio consistiram no cercamento, custos com EPIs e ferramentas, abertura de aceiros, compra das mudas e dos tutores de bambu, preparo do solo com subsolagem e roçadeira mecânica, combate à formigas e adubação. Ao plantio foram atribuídos os custos com mão de obra para a abertura de covas, adubação, plantio e tutoramento das mudas.

Em 2018 também ocorreram atividades de monitoramento/manutenção que consistiram nas visitas mensais de monitoramento e elaboração de relatórios bimestrais, levantamento de dados qualitativo, duas ações de coroamento, duas atividades de gradeamento e combate à formigas cortadeiras. Em 2019 e 2020 foram mantidas as mesmas atividades, além de um replantio de 42% e 30% das mudas inicialmente plantadas, respectivamente. Em 2020 foram mantidas as mesmas atividades, no entanto, com o replantio de apenas 30%.

Entre os anos de 2021 e 2024 foram mantidas as atividades de monitoramento e manutenção (coroamento, combate à formigas e gradeamento). Em 2023 foi considerada a realização de um último replantio de 20%. A entrega final ao órgão ambiental seria em fevereiro de 2024, portanto, neste ano, foram calculados os custos apenas para um mês de manutenção.

7 RESULTADOS E DISCUSSÕES

7.1.1 Custeio por Absorção Parcial

O 1º passo para a realização do Custeio por Absorção Parcial foi a separação dos gastos do período entre custos e despesas (Tabela 4). Uma vez que as despesas foram calculadas como a proporção dos custos, quanto maior o custo por hectare, maior será a despesa.

Tabela 4 –Despesas dos projetos de restauração do Cerrado analisados no Distrito Federal. MUD: plantio de mudas; SED: semeadura direta.

Projeto	Despesa (R\$/hectare)
Área I: Plantio de mudas (MUD)	R\$ 8.949,15
Área II: Semeadura Direta (SED)	R\$ 2.696,21

No 2º passo, foi realizada a classificação dos custos em diretos/indiretos e fixos/variáveis (Tabela 5 e Tabela 6). Uma vez que os projetos envolvem etapas diferenciadas, foi necessária a análise detalhada e individual para a classificação dos centros de custos.

Em ambos os casos, os salários e depreciações foram classificados como custos indiretos, uma vez que não puderam ser alocados diretamente aos custos do projeto. No caso dos salários, a mão de obra assalariada é contratada para trabalhar em diversos projetos, portanto, foi necessário o rateio do salário total pela quantidade de horas trabalhadas em cada projeto. As ferramentas, o carro e o trator também são utilizados em diversos projetos, e para alocação nos projetos (MUD e SED), foram calculadas as depreciações por ano, dias ou horas de uso.

Os valores estimados para cada centro de custo para os projetos MUD e SED representam a apropriação dos custos indiretos após o rateio (3º passo) - Tabela 5 e Tabela 6. É importante observar que, após esse rateio, os custos indiretos se tornam

diretos, pois passam a se referir a uma atividade diretamente relacionada a um projeto específico.

No total, os custos indiretos representam R\$ 2.583,27/hectare para o projeto de semeadura direta e R\$ 9.776,47/ha para o plantio de mudas. Levando em consideração apenas os custos indiretos, a estratégia de SED representa 26% dos custos do MUD. O que nos leva a concluir que nos projetos analisados, a semeadura se mostrou mais econômica em termos de horas trabalhadas. Além disso, o gasto com a depreciação de máquinas e veículos também foi menor.

Com relação aos custos diretos (3º Passo), esses somaram R\$ 34.969,28/ha para o plantio de mudas e R\$ 10.604,93/ha para a semeadura direta, uma diferença de 31%. Após a segregação em centros de custos, é possível perceber que algumas atividades executadas na SED não foram necessárias no MUD: queima controlada, utilizada como um controle rigoroso das espécies invasoras (incluindo o banco de sementes dessas), e a irrigação, realizada logo após a primeira semeadura na área, durante um veranico. Juntas, essas atividades representam R\$ 568,95/ha. Em contrapartida, no MUD foi realizado o combate de pragas e doença e adubação, que representam R\$ 2.306,43/ha. Ou seja, mesmo que para a execução da semeadura direta sejam necessárias atividades diferenciadas, o custo dessas atividades não se sobressaem aos custos de atividades inerentes apenas ao MUD.

Vale salientar que a queima controlada é uma atividade comumente recomendada para projetos de semeadura direta no Cerrado (SAMPAIO et al., 2015). Do mesmo modo, a adubação e o combate de pragas e doenças são práticas comuns em projetos de plantios de mudas (PINTO et al., 2011). Já a irrigação foi uma atividade realizada para o projeto específico aqui analisado (SED), em função da época do plantio e da escassez de chuva. A decisão da empresa em realizar irrigação partiu de uma análise de riscos, em função da iminência de perda total do investimento realizado até então. No entanto, a irrigação é uma atividade onerosa, no presente estudo custou R\$ 479,95/ha, portanto, a melhor alternativa seria planejar o plantio para o início das chuvas (SOUSA, 2016).

Tabela 5 – Relação das atividades geradoras de custos do projeto de semeadura direta (SED), realizado no Distrito Federal. Os custos por hectare estão classificados em Indiretos e Diretos.

Semeadura Direta (SED)		
Atividades		R\$/ha
Custos Indiretos		
Salários	R\$	2.465,56
Depreciação das Ferramentas	R\$	90,46
Depreciação carro	R\$	1,47
Depreciação do trator	R\$	25,79
Total	R\$	2.583,27
Custos Diretos		
EPIs	R\$	255,31
Cercamento da Área	R\$	283,58
Queima Controlada	R\$	89,00
Abertura de Aceiros	R\$	200,00
Aquisição das sementes	R\$	3.364,51
Preparo do Solo	R\$	2.088,89
Plantio	R\$	1.552,57
Irrigação	R\$	479,95
Ressemeadura	R\$	271,70
Combate à Espécies Exóticas	R\$	1.670,21
Avaliação das Parcelas	R\$	240,00
Combustível monitoramento	R\$	109,20
Total	R\$	10.604,93

Tabela 6 – Relação das atividades geradoras de custos do projeto de plantio de mudas (MUD), realizado no Distrito Federal. Os custos por hectare estão classificados em Indiretos e Diretos.

Plantio de Mudas (MUD)		
Atividades		R\$/ha
Custos Indiretos		
Salários	R\$	9.391,11
Depreciação das Ferramentas	R\$	361,83
Depreciação carro	R\$	1,81
Depreciação do trator	R\$	21,72
Total	R\$	9.776,47
Custos Diretos		
EPIs	R\$	729,46
Cercamento da Área	R\$	308,00
Abertura de Aceiros	R\$	434,45
Aquisição das Mudas	R\$	6.456,00
Preparo do Solo	R\$	1.200,00
Combate à Formigas	R\$	642,43
Adução	R\$	1.664,00
Plantio	R\$	3.408,00
Avaliação das Parcelas	R\$	768,00
Combustível monitoramento	R\$	333,12
Combate à Espécies Exóticas	R\$	11.707,74
Replanteio	R\$	7.318,08
Total	R\$	34.969,28

O 4º passo foi a apropriação dos custos fixos e variáveis (Tabela 7 e Tabela 8). Para tanto, foi realizada uma nova segregação das atividades em classes de custos, de acordo com os critérios de classificação. Para o plantio de mudas, os custos fixos somam R\$ 12.128,18/ha, já para a semeadura direta somam R\$ 5.770,70. Em tese, esses custos não dependem da quantidade de hectares produzidos e estarão sempre relacionados à uma estratégia ou à outra, seja para ao plantio de 1 ou 100 hectares. Desta forma, os custos fixos para o projeto de SED representam menos que a metade dos custos do MUD.

Dentre os custos fixos, aqueles associados à atividades necessárias apenas para o plantio por semeadura direta representam R\$ 2.519,00/ha. As atividades são: queima controlada, armazenamento de sementes, aluguel de banheiro químico e aplicação de herbicida. Em contrapartida, o único custo fixo associado exclusivamente ao plantio de mudas foi o aluguel do trator de adubação (R\$ 400,00/ha). O

Conforme classificação, os custos variáveis para a estratégia de semeadura somam R\$ 7.703,33/ha, apenas 24% do total de custos variáveis para o plantio de mudas (R\$32.601,28/ha). Observa-se que em todas as atividades semelhantes e comparáveis entre as duas estratégias, o custo do MUD se sobressaiu ao SED. O valor de aquisição das mudas, por exemplo, é de R\$ 6.456,00/ha, enquanto a aquisição das sementes custou R\$ 2.146,51/ha. A atividade de plantio de mudas soma R\$ 3.408,00/ha, enquanto o plantio de sementes custou R\$ 1.607,83/ha.

O 5º Passo da aplicação da metodologia Custeio por Absorção Parcial é a Contabilização dos Custos, quando são acrescidas as despesas, separadas no início do processo. Desta forma, o valor dos custos mais as despesas associados ao projeto de plantio de mudas foi R\$ 53.694,90/ha e ao projeto de semeadura direta foi R\$ 16.177,24. Ou seja, o valor total dos custos e despesas associados ao SED representa aproximadamente 30% do valor associado ao MUD.

Tabela 7 – Relação das atividades geradoras de custos do projeto de semeadura direta (SED), realizado no Distrito Federal. Os custo por hectare estão classificados em Fixos e Variáveis.

Semeadura Direta (SED)		
Atividades	R\$/ha	
Custos Fixos		
Salários	R\$	2.793,99
Depreciação das Ferramentas	R\$	90,46
Queima Controlada	R\$	89,00
Armazenamento das sementes	R\$	1.380,00
Frete trator	R\$	100,00
Depreciação trator	R\$	27,26
Banheiro químico	R\$	50,00
Aplicação de Herbicida	R\$	1.000,00
Avaliação das Parcelas	R\$	240,00
Total	R\$	5.770,70
Custos Variáveis		
Cercamento da Área	R\$	283,58
EPIs	R\$	255,31
Abertura de Aceiros	R\$	200,00
Preparo do Solo	R\$	2.088,89
Aquisição de Sementes	R\$	2.146,51
Irrigação	R\$	488,10
Plantio	R\$	1.067,83
Ressemeadura	R\$	393,70
Aplicação de Herbicida	R\$	230,21
Combustível	R\$	109,20
Capina seletiva	R\$	440,00
Total	R\$	7.703,33

Tabela 8 – Relação das atividades geradoras de custos do projeto de plantio de mudas (MUD), realizado no Distrito Federal. Os custo por hectare estão classificados em Fixos e Variáveis.

Plantio de Mudas (MUD)		
Atividades	R\$/ha	
Custos Fixos		
Salários	R\$	9.391,11
Depreciação das Ferramentas	R\$	361,83
Fretes	R\$	1.200,00
Aluguel trator adubação	R\$	400,00
Avaliação das Parcelas	R\$	768,00
Depreciação do carro	R\$	1,81
Depreciação do trator	R\$	5,43
Total	R\$	12.128,18
Custos Variáveis		
Cercamento da Área	R\$	308,00
EPIs	R\$	729,46
Abertura de Aceiros	R\$	434,45
Aquisição das Mudas	R\$	6.456,00
Preparo do Solo	R\$	1.000,00
Combate à formigas	R\$	642,43
Adubação	R\$	1.064,00
Plantio	R\$	3.408,00
Combustível monitoramento	R\$	333,12
Coroamento	R\$	10.200,00
Gradeamento	R\$	707,74
Replantio	R\$	7.318,08
Total	R\$	32.601,28

7.1.2 Custos e Atividades Realizadas

Os custos de planejamento, implantação e monitoramento/manutenção, isentos de impostos e despesas administrativas, variaram entre os métodos de restauração (Figura 7). O planejamento foi calculado com base nas horas trabalhadas dos funcionários da empresa, desta forma, por se tratar de custo indireto, independe do número de hectares previstos para o plantio. Neste interim, foi analisado o custo total desembolsado para essa atividade. O planejamento do projeto SED custou R\$ 6.738,89, mais caro do que o do MUD (R\$ 5.561,11). Essa diferença pode ser explicada pelo fato da técnica da sementeira direta ser relativamente nova e desconhecida pela equipe técnica da empresa, enquanto o plantio de mudas se trata de uma técnica tradicionalmente utilizada.

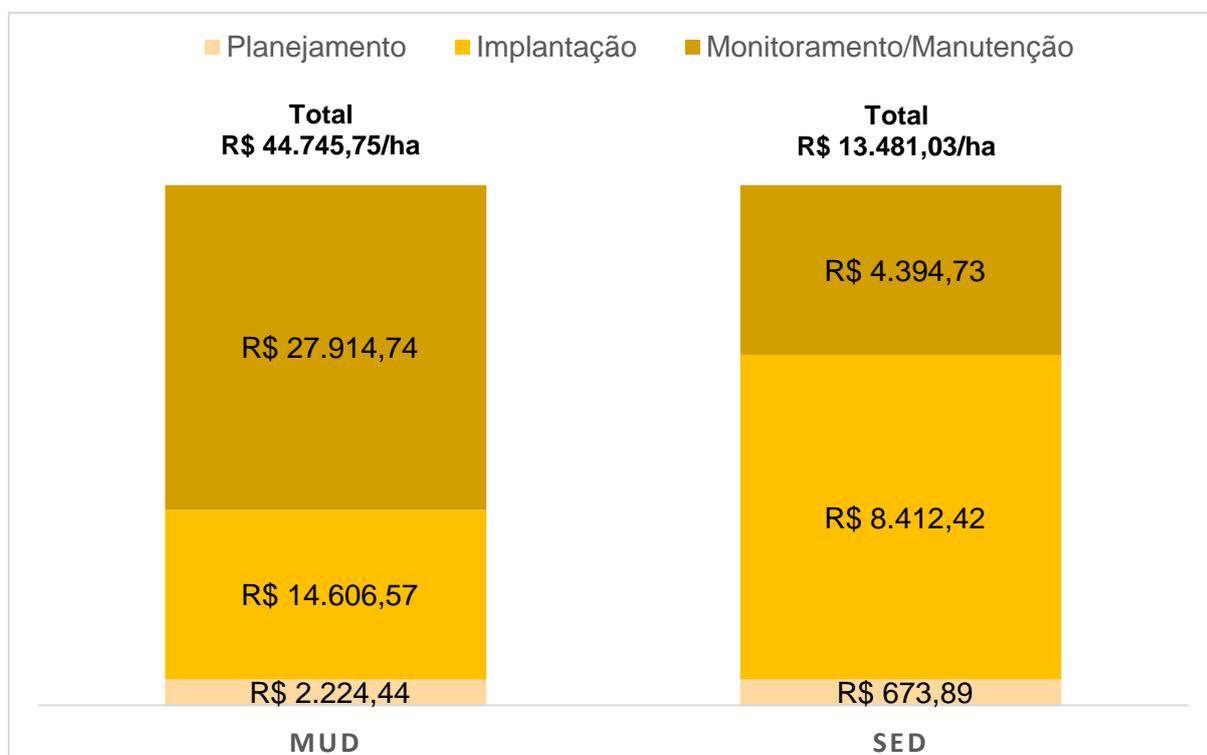


Figura 7 – Custos totais (R\$/ha) de planejamento, implantação e monitoramento da restauração ecológica no Cerrado, para plantio de mudas (MUD) e sementeira direta (SED), realizados em Brasília, DF.

Já para análise das etapas de implantação e monitoramento/manutenção, torna-se obrigatória a comparação por hectare, tendo como base os custos rateados conforme metodologia do custeio por absorção parcial. Considerando a implantação propriamente dita, a SED (R\$ 8.412,42/ha) exigiu menor aporte de recursos e representa 57% do custo gasto pela estratégia de plantio de mudas (R\$ 14.606,57/ha).

Esses valores, apesar da especificidade de cada ambiente, estão próximos aos resultados encontrados em pesquisas similares. Um estudo realizado pela TNC, que levantou dados de custo de restauração para todos os biomas brasileiros, encontrou, para o Cerrado, custos entre R\$ 8.095,00 e R\$ 22.117,00 por hectare para o plantio de mudas, variando entre cenários ambientalmente favoráveis e desfavoráveis, respectivamente (TYMUS et al., 2018)(BENINI et al., 2017). No caso do MUD, o valor está mais próximo do limite inferior, ou seja, pode ser considerada uma área com condições ambientais mais favoráveis, como por exemplo, menor degradação do solo, possibilidade de mecanização, facilidade de acesso, entre outras.

Cabe destacar que, o projeto do plantio de mudas foi realizado em uma escala reduzida (2,5 ha), por este motivo, o valor difere levemente do limite inferior encontrado pelo trabalho da TNC. A menor escala de trabalho também é considerado um fator de dificuldade, uma vez que os custos se tornam mais elevados à medida que se diminui a escala de produção (POKORNY et al., 2011).

A relação entre o custo de implantação e a escala de projetos de restauração varia quando compramos diferentes tamanhos de áreas. Para projetos em 10 hectares, os custos chegam a R\$ 10.000,00/ha, já em áreas menores, de aproximadamente 3 ha, os custos chegam em média a quase R\$ 16.000,00/ha (STRASSBURG; LATAWIEC, 2014).

No caso da semeadura direta, os valores variaram de R\$ 8.618,00 e R\$ 27.279,00 por hectare (TYMUS et al., 2018). Muito semelhante ao projeto SED aqui estudado, que custou R\$ 8.412,42/ha. Dessa forma, a área da FLONA também estaria em condições ambientalmente favoráveis, o que faz com que necessite de menores quantidades de atividades e insumos.

Outro trabalho, desenvolvido pela Agroicone (ANTONIAZZI et al., 2016), encontrou uma média de R\$ 3.128/ha para a semeadura direta nas regiões de São Paulo; Mato Grosso do Sul; Mato Grosso e Bacia do Tapajós; Matopiba. Esse valor é mais baixo do que o encontrado neste trabalho (8.412,42/ha), o que pode ser explicado pela expressiva diferença entre os custos de restauração entre os diferentes biomas (TYMUS et al., 2018). No Mato Grosso, por exemplo, existe uma grande quantidade de coletares de sementes ligados à Rede de Sementes do Xingu, o que colabora para

a redução dos custos de produção em função da maior disponibilidade de sementes e mão de obra.

Já para o plantio de mudas, as médias dos custos encontram-se entre R\$ 8.900/ha e R\$ 14.832/ha, variando entre condições favoráveis, alta precipitação e baixa declividade, e desfavoráveis, com baixa precipitação e alta declividade (ANTONIAZZI et al., 2016). Para a região de São Paulo, calcula-se que implantações de baixo custo com plantio de mudas podem variar entre R\$ 4.680,00 e R\$ 9.750,00 por hectare (US\$ 1,200.00 à 2,500.00/ha³) (ENGEL; PARROTTA, 2001; SOUZA; ENGEL, 2018).

Esse intervalo encontrado para o plantio de mudas está coerente com o custo por hectare encontrado neste trabalho (R\$ 14.606,57), no entanto, mais uma vez, a diferença entre os biomas analisados deve ser levada em consideração, o que pode ser gerada, por exemplo, pela distribuição heterogênea de viveiros no território, já que a maioria dos viveiros de espécies nativas estão localizados na região da Mata Atlântica (MOREIRA DA SILVA et al., 2014). O estado de São Paulo, por exemplo, é o estado com o maior número de viveiros (369 viveiros), enquanto no Acre, Maranhão e Piauí, não existem viveiros catalogados (SILVA et al., 2015a). Mais uma vez, a quantidade de insumos ofertados faz com que haja uma redução nos custos de produção e comercialização.

A plataforma “*Quanto é?*”, elaborada pelo Instituto Escolhas, apresenta estimativa de custo para implantação de florestas em todas as regiões do Brasil (INSTITUTOESCOLHAS, 2016). Conforme dados adquiridos na plataforma, a implantação de 1 hectare de semeadura direta no Cerrado custa R\$ 9.495,00, muito próximo ao verificado na FLONA. Ao passo que para o plantio de mudas, o custo estimado pela plataforma é de R\$ 9.763,00, menor do que o encontrado na área do MUD (R\$ 14.606,57). A metodologia da estimativa de custos utilizada na plataforma “*Quanto é?*” considera médias de preço por macrorregião, que neste caso, englobou todo bioma Cerrado, o que pode ter acarretado a diferença entre as duas estimativas,

³ Taxa de Câmbio igual à R\$ 3,90.

⁴ <http://quantoefloresta.escolhas.org/>

haja vista que no Distrito Federal os custos de mão de obra e insumos costumam ser mais caros do que no estado do Goiás, por exemplo.

De modo geral, os valores encontrados no presente trabalho corroboram com o resultados de outros estudos e encontram-se mais próximo dos limites inferiores encontrados (Figura 8). O que significa que as áreas estudadas apresentam condições ambientais favoráveis, como relevo plano, proximidade com área urbana, menor degradação do solo, facilidade de acesso, entre outras.

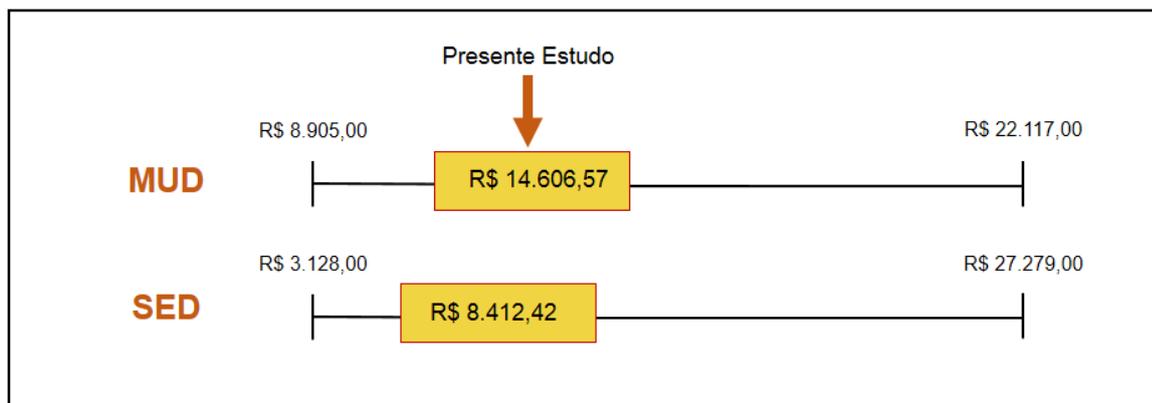


Figura 8 – Comparação dos custos de implantação do plantio de mudas (MUD) e da sementeira direta (SED) realizados em Brasília – DF, em relação aos valores encontrados na literatura.

Para efeito de comparação é preciso analisar os custos em mais detalhes, uma vez que existem alguns itens dentro da etapa de implantação que não são passíveis de comparação, já que independem da metodologia de plantio utilizada. O cercamento da área por exemplo, é calculado em metro linear, e representa o mesmo valor para as duas áreas. Assim como a abertura de aceiros, calculada por hectare.

Outros custos são passíveis de comparação, ou por representarem atividades com o mesmo objetivo, ou por serem necessárias em apenas uma das estratégias. A compra de equipamentos e EPIs, por exemplo, foi baseada no número de trabalhadores necessários para a implantação de cada uma das atividades. Neste caso, para a SED esse custo foi R\$ 51,69 mais barato que para o MUD (Tabela 9), mesmo a SED tendo sido realizada em uma área maior, foi necessário menor quantidade de mão de obra: o MUD utilizou 2 trabalhadores/hectare, enquanto a SED utilizou 0,7.

Tabela 9– Especificação dos custos de implantação de projetos de restauração ecológica no Cerrado realizado no Distrito Federal, discriminados por grupos de atividades. MUD: plantio de mudas; SED: semeadura direta.

Atividades	MUD	SED	Unidade
Itens não-comparáveis			
Cercamento da área	R\$ 1,10	R\$ 1,10	m/L
Aceiro	R\$ 1.939,49	R\$ 1.939,49	Hectare
Itens comparáveis			
Equipamentos (EPs, ferramentas)	R\$ 545,64	R\$ 493,95	Nº de trabalhadores
Preparo do Solo	R\$ 1.200,00	R\$ 2.978,89	Hectare
Aquisição das Mudanças/Sementes	R\$ 6.456,00	R\$ 3.364,51	Hectare
Plantio	R\$ 3.408,00	R\$ 1.552,57	Hectare
Combate à formigas cortadeiras	R\$ 44,83	-	Hectare
Adubação	R\$ 1.664,00	-	Hectare
Irrigação	-	R\$ 488,10	Hectare

Quando comparamos as técnicas necessárias para o preparo do solo em ambas as metodologias, a semeadura direta necessita de maior investimento, uma vez que o custo para o preparo do solo no MUD representa apenas 40% do custo necessário para a SEM. Para o plantio de mudas, o preparo do solo consistiu na limpeza da área com auxílio de roçadeira acoplada a trator e em seguida subsolagem de 80 cm nas linhas de plantio. Já na semeadura direta, o preparo do solo se inicia com a queima controlada, que é utilizada em substituição à roçagem no controle das gramíneas exóticas, além de auxiliar na eliminação do banco de sementes das espécies invasoras (DOMINICIS, 2017). Para o cálculo do custo da queima controlada, levou-se em consideração o valor da diária de um chefe de esquadrão e cinco brigadista, alimentação e combustível para caminhão tanque, moto bomba, turbo sopro e pinga fogo.

Além da queima controlada, para o preparo do solo no método de plantio de sementes, normalmente é feito aragem e gradeamento em área total. Estudos indicam que esse preparo deve ser feito em várias etapas ao longo do ano de forma a esgotar o banco de sementes composto por gramíneas exóticas (CORDEIRO, 2017). No estudo de caso analisado, foi realizada uma passagem do arado de disco e duas gradagens em área total antes da semeadura.

Apesar de o MUD apresentar um custo menor nesta etapa, posteriormente, na fase de monitoramento/manutenção, será necessário um maior investimento em roçadas constantes para garantir o controle das espécies exóticas. Já no SED, após a

passagem do fogo, o controle de espécies indesejadas é facilitado, já que as plantas nativas crescem entremeadas (SAMPAIO et al., 2015). Esse fato vem sendo apresentado por pesquisadores que investigam a semeadura direta, segundo eles, se por um lado é necessário investir mais no preparo do solo e no plantio, por outro, economiza-se esforços no manejo (SAMPAIO et al., 2015).

Para aquisição das mudas, o valor pago em cada unidade foi de R\$ 2,50, incluindo o custo do transporte até o local do plantio. Também foi considerado o valor gasto com a compra dos tutores de bambu, R\$ 0,19/unidade, utilizados para garantir o desenvolvimento vertical da muda e sua estabilidade física em campo.

Na semeadura direta, é necessário a utilização de uma grande quantidade de sementes, já que nem todas germinam. Além disso, para aquelas que germinam, pode ocorrer uma mortalidade inicial das plântulas, principalmente durante o primeiro período de estiagem (SAMPAIO et al., 2015). Desta forma, foram semeados aproximadamente 98 kg por hectare, além disso, para o preço total de aquisição, também foi considerado o frete, uma vez que as mesmas foram adquiridas no município de Alto Paraíso do Goiás, na região do Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros, o valor do aluguel do galpão e *containers* para armazenamento.

Mesmo considerando os custos de transporte e armazenamento de sementes, os custos de aquisição das mudas (R\$ 6.456,00/ha) representam quase o dobro do custo de aquisição sementes (R\$ 3.364,51/ha). Esse resultado é esperado, em função de todos os gastos que envolvem o processo de produção de mudas em viveiros florestais, como a própria aquisição de sementes, substrato, adubo, correção do solo, irrigação, estrutura, ferramentas, mão de obra, além de custos administrativos e impostos pagos pela comercialização.

É importante refletir sobre a diferença entre os dois mercados: enquanto os viveiros de mudas nativas são empresas regularizadas, com quadro de funcionários estáveis, o mercado de sementes nativas ainda é incipiente, sobretudo pela informalidade do setor, o que dificulta sua expansão (RIBEIRO-OLIVEIRA; RANAL, 2014). Como consequência disso, um trabalho realizado com os coletores de sementes da região do PARNA da Chapada dos Veadeiros, concluiu que a falta de conhecimento dos custos de produção confere prejuízos aos coletores e “oportunidades” à revendedoras

de sementes, quando não há o repasse dos custos nas transações comerciais (DOMINICIS, 2017).

A quantidade e diversidade de mudas e sementes adquiridas também influenciam no custo do projeto (SOUZA; ENGEL, 2018). A aquisição de mudas, por exemplo, pode representar entre 55% e 70% do custo total de implantação e manutenção no primeiro ano (SOUZA; ENGEL, 2018). Neste trabalho, a aquisição de mudas representou 14% do custo total, enquanto a aquisição de sementes representou 25%, considerando gastos com transporte.

Conforme análise do Tabela 9 a aquisição de semente e mudas também representam os itens de maior custo dos projetos analisados. Desta forma, uma estratégia para a redução dos custos é o uso de espécies mais restritas e adaptadas, com alto potencial de germinação e sobrevivência em campo, além do investimento em tecnologias voltadas para mercado de sementes e mudas nativas.

Para a realização da sementeira, foi necessária a contratação de mão de obra especializada de Alto Paraíso do Goiás, uma vez que esses trabalhadores estão familiarizados com a técnica da sementeira em campo. O custo de deslocamento e logística desses trabalhadores também está incluso no valor do plantio. Portanto, nos próximos projetos de sementeira realizados pela empresa, o custo do plantio poderá ser reduzido, uma vez que a mão de obra local foi devidamente treinada e poderá assumir as atividades.

A técnica comumente utilizada para a sementeira direta não recomenda o uso de formicidas e adubos. Formicidas não são utilizados pois entende-se que a mortalidade devido à predação por formigas cortadeiras é compensada pela grande quantidade de sementes dispostas na área, apesar de estudos mostrarem que a predação de sementes causam decréscimo na viabilidade, estabelecimento e crescimento de plântulas (ANDERSEN, 1989; LOUDA et al., 1990; CECCON et al., 2016). No caso da adubação, experiências tem mostrado que a adubação não apresenta vantagens para o crescimento das plantas nativas, enquanto aumenta o crescimento de exóticas invasoras (SAMPAIO et al., 2015). Essas atividades representaram um gasto a mais de R\$ 1.708,83/ha para o plantio de mudas, onde, além de formicida, foi realizada

adubação orgânica (2 kg/cova de cama de aviário) e mineral (100 g/cova de NPK 4-14-8).

Com relação ao plantio propriamente dito, a técnica do plantio de mudas (R\$ 3.408,00/ha) custou quase três vezes mais do que a semeadura direta (R\$ 1.552,57/ha). Essa diferença de custo entre os dois métodos vem sendo destacada por uma série de trabalhos, que afirmam que a semeadura é mais barata que o plantio de mudas (PALMA; LAURANCE, 2015; SAMPAIO et al., 2015; MORAES, 2016; PELLIZZARO et al., 2017; VIEIRA et al., 2017a). No entanto, resta saber a efetividade das estratégias com relação ao atingimento de indicadores ecológicos, como a cobertura vegetal, altura de regenerantes e diversidade de espécies. Alguns resultados indicam vantagens no plantio de mudas em termos de aumento da sobrevivência, o que impacta diretamente nos custos de manutenção e acelera o processo de recuperação (PALMA; LAURANCE, 2015).

Após a implantação, é necessária a realização do monitoramento da área, que consiste em visitas técnicas e coleta de dados para acompanhamento dos indicadores ecológicos, e da manutenção, para controle de espécies exóticas, pragas e doenças e a realização de replantios/ressemeaduras. No presente trabalho, foi considerado um período de dois anos para efeito comparativo, sabe-se que esse período não é suficiente para o estabelecimento completo das espécies, no entanto, representa o período contratual da empresa para execução dos projetos.

As atividades de monitoramento/manutenção representam a maior variação de custos entre as duas estratégias, sendo mais custoso para o plantio de mudas (R\$ 27.914,74) do que para a semeadura direta (R\$ 4.394,73/ha). O custo do monitoramento do projeto de plantio de muda representa apenas 16% do custo da semeadura direta. Essa diferença pode ser explicada, principalmente, pelo ganho de escala associado ao projeto SED, já que se tratam, em sua maioria, de custos variáveis.

Mais uma vez, é necessário entender os gastos específicos em cada grupo de atividades. Para o monitoramento/manutenção da SED são necessários apenas três grupos de atividades: mão de obra (gerencial), controle de exóticas e ressemeadura. Enquanto que o MUS envolve cinco grupos: mão de obra, controle de exóticas,

replântio, coroamento e combate à formigas cortadeiras. O que explica a necessidade de um investimento maior nesse etapa para o MUD.

A mão de obra gerencial necessária para o monitoramento, tanto do plantio de mudas quanto de sementes, é composta por: um engenheiro sênior, um engenheiro júnior e um profissional de campo. Em ambos os casos, foram previstas uma visita técnica por mês e elaboração de relatório bimestral ao órgão ambiental. Para viabilização das visitas, nesse grupo também estão inclusos os custos com combustível e depreciação do veículo da empresa.

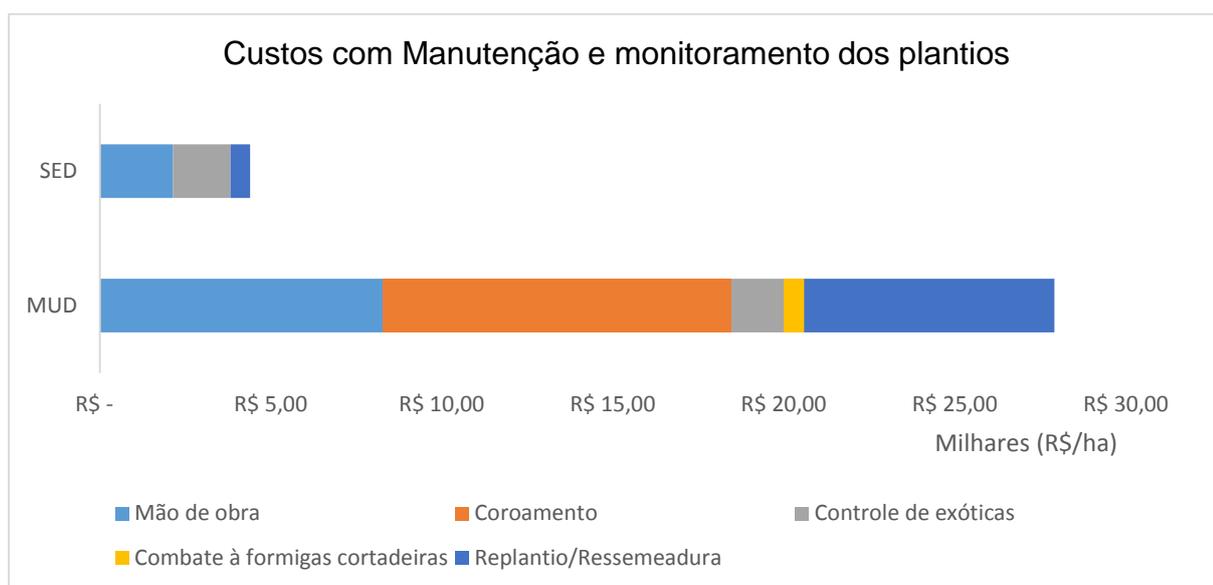


Gráfico 1 - Distribuição dos custos por grupos de atividades para manutenção e monitoramento dos plantios durante o período de dois anos, em projetos de restauração do Cerrado via sementeira direta (SED) e plantio de mudas (MUD), realizados no Distrito Federal.

Considerou-se a contratação de mão de obra temporária para coleta dos dados qualitativos e quantitativos das mudas, realizada três vezes durante o período de monitoramento. O valor pago para a coleta de dados na área do plantio de mudas foi de R\$ 640,00 por campanha, enquanto para a área de sementeira direta foi R\$ 800,00, utilizando os mesmos métodos de amostragem. Desta forma, o valor total por hectare com mão de obra foi semelhante para o MUD (R\$ 8.269,60/ha) e para a SED (2.142,34/ha). Essa diferença de quase 75% se dá principalmente devido à diferença de escala, uma vez que se tratam de custos fixos, em sua maioria, a proporção diminui por unidade produzida (ha).

A plataforma “Quanto é?” – Instituto Escolhas – calcula que para a manutenção dos dois primeiros anos em plantios de sementeira direta é necessário investimento de R\$

3.127,00. Já para o plantio de mudas estima-se o valor de R\$ 7.182,00. Apesar dos dados utilizados pela plataforma serem estimativas adquiridas em dados oficiais do governo, os dados não se afastam muito dos encontrados neste trabalho, que representam valores utilizados na prática de mercado.

Para o controle de exóticas na SED foram realizadas duas aplicações de herbicida em área total, que custam R\$ 1.681,07/ha. Enquanto no MUD foi feito o gradeamento duas vezes por ano, que representa um valor de R\$ 1.529,46/hectare. A diferença nesse grupo de custos entre as duas estratégias é de apenas R\$ 151,61/hectare. Essa atividade é a única em que a SED apresenta custo maior por hectare do que a MUD, principalmente devido à necessidade de realizar a capina seletiva do capim exótico *Andropogon sp.*, já que este não é sensível ao herbicida utilizado *Verdict R*. Vale destacar que, de modo geral, o uso de herbicida não é uma exclusividade da técnica da semeadura direta, sendo também utilizada em projetos de plantio de mudas.

Além do gradeamento, no MUD é necessário realizar o coroamento das mudas, atividade que representa o maior gasto (37%) da empresa na etapa de monitoramento/manutenção (R\$ 10.200,00/ha). O coroamento é realizada pelo menos cinco vezes no período de dois anos de acompanhamento do plantio. Essa atividade não é necessária para a área com plantio de sementes, assim como o combate à formigas cortadeiras, que representa um custo de R\$ 597,60/hectare para a estratégia de MUD.

O replantio deve ser realizado pelo menos duas vezes durante o período de dois anos de manutenção do MUD. Essa atividade custou para a empresa um total de R\$ 7.318,08/ha. No caso específico do projeto de SED, a ressemeadura foi necessária para o plantio das sementes de herbáceas nativas, que não puderam ser semeadas anteriormente devido ao uso de herbicida seletivo para controle de gramíneas (*Verdict R*). Essa atividade custou R\$ 517,32/ha, o que representa apenas 7,8% do custo de replantio no projeto MUD.

Considerando os custos com implantação e monitoramento/manutenção, o presente trabalho encontrou os valores de R\$ 42.521,30/ha e R\$ 12.807,14/ha, respectivamente para o plantio de mudas e semeadura direta. Um trabalho que analisou a implantação e monitoramento/manutenção de um projeto de semeadura

direta em Botucatu/SP, calculou o custo total de US\$ 1,822.10/ha (R\$ 7.106,19/ha⁵) para dois anos de manutenção (SOUZA; ENGEL, 2018), 55% mais barato do que o valor encontrado neste trabalho. Com relação ao plantio de mudas, um trabalho realizado por (BRANCALION et al., 2010) encontrou custos que variaram de R\$ 12.405,9 e R\$ 20.677,8⁶ (US\$ 3,181.00 a 5,302.00), aproximadamente de 30 a 50% menor do que o MUD.

Tais valores foram menores do que os encontrados neste trabalho, essa diferença pode ter se dado por se tratarem de projetos em estados e biomas diferentes, o que causa variação no preço, não apenas dos insumos, mas também da mão de obra. Outro fator determinante são as diferentes fontes de recursos dos projetos, enquanto um foi desenvolvido com a finalidade de pesquisa científica, o outro foi executado por empresa com atuação no mercado. O primeiro caso exige maior economia de recursos, enquanto no segundo, existem gastos necessários ao atendimento de requisitos legais, relacionados, por exemplo, à saúde e segurança do trabalhador.

A definição do tempo de monitoramento tem sido uma das maiores discussões entre profissionais da restauração ecológica. Esse tempo deve ser suficiente para o reestabelecimento da vegetação, que deverá ser capaz de avançar a estágios mais maduros de desenvolvimento, sem necessidade de mais intervenções (VIEIRA et al., 2017b).

No Distrito Federal, a IN IBRAM 723/2017 estabelece que a obrigação legal de recomposição da vegetação nativa é concluída quando a área alvo atingir um conjunto de parâmetros e valores de referência previstos por indicadores ecológicos. Tais indicadores foram estabelecidos pela Nota Técnica IBRAM 01/2018, são eles: cobertura do dossel (copas de árvores) e do solo; densidade de regenerantes nativos; e número de espécies de regenerantes nativos.

Um estudo que avaliou dezenas de áreas em restauração em diferentes idades no DF e em MT sugere que é perfeitamente possível alcançar valores de indicadores que aprovem o projeto em cerca de 7 anos, utilizando diferentes métodos e suas variações (VIEIRA et al., 2017b). Neste contexto, considerando o valor anual de gastos com manutenção para MUD (R\$ 13.957,37/ha) e SED (R\$ 2.197,36/há), em 7 anos de manutenção, seria necessário um

⁵ Taxa de Câmbio igual à R\$ 3,90.

⁶ Taxa de Câmbio igual à R\$ 3,90.

investimento de R\$ 97.701,58/ha e R\$ 15.381,54, respectivamente, até que as atividades pudessem ser finalizadas.

7.1.3 Custo Periódico Equivalente (CPE)

Com base no fluxo de caixa negativado foi calculado o VPC (Valor Presente dos Custos) e posteriormente o CPE, esses valores foram divididos pela quantidade de hectares total de cada projeto (Tabela 10).

E semeadura direta apresentou menor custo periódico equivalente, -R\$ 3.302,27 por hectare ano, enquanto o projeto de plantio de mudas apresenta um CPE de -R\$ 12.894,98 por hectare ano. O custo com plantio de mudas representa quase 3 vezes o custo com a semeadura direta, para um horizonte de sete anos de monitoramento.

O investimento realizado no primeiro ano representa 36% de todo o investimento previsto para os 7 anos de projeto de MUD, e 16% para o SED. Em contrapartida, para a semeadura direta, o segundo ano foi o que apresentou maior montante de investimento (20%). No último ano, o custo representa apenas 1% para MUD e 4% para SED.

Tomando como base o fluxo de caixa apresentado na Plataforma *Quanto é?*⁷ elaborada pelo Instituto Escolhas, o CPE para o plantio de sementes em uma área de 10 ha e com uma taxa de desconto de 8,5% foi de R\$ 2.928,6 hectares.ano. Já o plantio de mudas com a mesma taxa de desconto em uma área de 3 hectares⁸, apresentou CPE igual a R\$ 3.685,31 hectares.ano.

As diferenças com relação ao presente estudo ocorrem provavelmente pela fato de que os dados obtidos para os cálculos da plataforma foram estimados com base em dados oficiais. No entanto, os projetos apresentados nessa pesquisa apresentam custos reais, enfrentados por empresas de consultoria ambiental, em um mercado de livre concorrência. Ademais, não foram considerados custos com planejamento nos dados da Plataforma.

⁷ Para o cálculo do CPE para os 7 anos de monitoramento foi necessário repetir os custos do ano 6 do fluxo de caixa apresentado na plataforma, uma vez que no ano 7 não foram apresentados valores das despesas.

⁸ A plataforma não aceita a inserção de números quebrados para a área de plantio, por este motivo, foi considerada uma área de 3 hectares para o plantio de mudas, ao invés de 2,5 conforme o projeto aqui estudado.

Tabela 10 - Cálculos e Resultados do Custo Periódico Equivalente (CPE) calculado para os plantios de semeadura direta e plantio de mudas realizados no Distrito Federal para o horizonte de sete anos de monitoramento.

Semeadura Direta (SED)								
Anos	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
	0	1	2	3	4	5	6	7
Planejamento	-R\$ 6.738,89							
Pré-plantio	-R\$ 63.717,51							
Plantio		-R\$ 21.238,91						
Monitoramento/Manutenção		-R\$ 29.010,69	-R\$ 12.511,68	-R\$ 12.511,68	-R\$ 12.511,68	-R\$ 12.511,68	-R\$ 22.164,42	-R\$ 1.592,64
Total	-R\$ 70.456,40	-R\$ 50.249,60	-R\$ 12.511,68	-R\$ 12.511,68	-R\$ 12.511,68	-R\$ 12.511,68	-R\$ 22.164,42	-R\$ 1.592,64
VPL	-R\$ 169.027,24							
CPE	-R\$ 33.022,72	-R\$ 3.302,27	/hectare.ano					
Plantio de Mudas (MUD)								
Anos	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
	0	1	2	3	4	5	6	7
Planejamento	-R\$ 5.561,11							
Pré-plantio	-R\$ 27.996,41							
Plantio		-R\$ 8.520,00						
Monitoramento/Manutenção		-R\$ 33.325,94	-R\$ 22.306,82	-R\$ 28.774,82	-R\$ 22.306,82	-R\$ 22.306,82	-R\$ 26.618,82	-R\$ 7.361,99
Total	-R\$ 33.557,52	-R\$ 41.845,94	-R\$ 22.306,82	-R\$ 28.774,82	-R\$ 22.306,82	-R\$ 22.306,82	-R\$ 26.618,82	-R\$ 7.361,99
VPL	-R\$ 165.007,83							
CPE	-R\$ 32.237,45	-R\$ 12.894,98	/hectare.ano					

7.2 CONCLUSÕES

O custo para planejamento, implantação e manutenção/monitoramento do projeto de plantio de mudas analisado no presente estudo foi R\$ 44.745,75/ha. Para o projeto de semeadura direta, o custo foi R\$ 13.481,03/ha. No caso das situações específicas aqui analisadas, a semeadura direta foi mais barata do que o plantio de mudas.

O planejamento da semeadura direta (R\$ 6.738,89) custou mais caro para a empresa do que o do MUD (R\$ 5.561,11). Já a implantação da SED (R\$ 8.412,42/ha) representa apenas 58% dos custos para a implantação do plantio de mudas (R\$ 14.606,57/ha). O monitoramento representou a maior variação de custos entre as duas estratégias, sendo também mais custoso para o plantio de mudas (R\$ 27.914,74) do que para a semeadura direta (R\$ 4.394,73/hectare).

Resta saber, no entanto, qual a efetividade das estratégias com relação ao atingimento de indicadores ecológicos, como a cobertura vegetal, altura de regenerantes e diversidade de espécies, após a finalização das atividades de monitoramento/manutenção.

8 CAPÍTULO II: ANÁLISE CUSTO-EFETIVIDADE DA COBERTURA VEGETAL NO BIOMA CERRADO

8.1 INTRODUÇÃO

Os custos de projetos de restauração estão diretamente atrelados às diferentes estratégias, que dependem, principalmente, das características da área degradada (NUNES et al., 2017). Para a escolha da melhor estratégia, é essencial aliar a ciência ao conhecimento prévio da área de estudo. Devem ser avaliadas conas condições ambientais locais, como histórico de ocupação, tipo de degradação, condições topográficas e do solo, sazonalidade e fonte de propágulos(PINTO et al., 2011).

A maioria dos estudos de restauração no Brasil e no mundo são voltados para ecossistemas florestais, por este motivo, as recomendações de restauração estão focadas, principalmente, no plantio de árvores (RUIZ-JAEN; AIDE, 2005; RODRIGUES et al., 2009). A estratégia mais comum tem sido plantios de alta diversidade a partir da utilização de mudas criadas em viveiros florestais (DURIGAN et al., 2013; SOUZA; ENGEL, 2018).

Algumas experiências vêm sendo desenvolvidas a fim de viabilizar a técnica de semeadura direta em termos ecológicos para promover a recuperação (FERREIRA et al., 2009; CAMPOS-FILHO et al., 2013; PELLIZZARO et al., 2017). Em busca de viabilizar uma restauração em larga escala, que seja ao mesmo tempo técnica e economicamente viável e traga resultados robustos para garantir a resiliência e a estabilidade dos ecossistemas, pesquisas vem tentando encontrar vantagens e desvantagens dessa estratégia frente ao plantio tradicional de mudas. Neste sentido, diversos autores afirmam que a implantação da semeadura direta é mais econômica quando comparada ao plantio de mudas (PALMA; LAURANCE, 2015; SAMPAIO et al., 2015; MORAES, 2016; PELLIZZARO et al., 2017; VIEIRA et al., 2017a). No entanto, existem fatores que devem ser levados em consideração quanto a eficácia do método, como as características das espécies e das sementes e as condições ambientais (SOUZA; ENGEL, 2018).

Para avaliar e monitor a eficácia de plantios de restauração, uma gama de indicadores vêm sendo utilizados, como por exemplo a riqueza, diversidade, densidade de espécies nativas, invasão biológica, regeneração natural e cobertura vegetal (BRANCALION et al., 2012c). Dentre eles, a cobertura vegetal vem sendo apontada em diversos trabalhos e protocolos de monitoramento como um dos primeiros parâmetros a serem avaliados (HERRICK et al., 2005; PELLIZZARO et al., 2017; VIEIRA et al., 2017b).

A cobertura vegetal é essencial no processo de restauração e manutenção de ecossistemas (TAIZ; ZEIGER, 2013; CORRÊA et al., 2017). A biomassa vegetal promove a proteção do solo contra erosão hídrica, eleva o teor de matéria orgânica do solo, age como barreira física contra infestação de plantas invasoras, além de ser responsável por suprir outros níveis tróficos da cadeia alimentar com abrigo, matéria e energia (BOER et al., 2008). Por estes motivos é considerada um bom indicativo da efetividade de áreas em processo de restauração.

Em ecossistemas savânicos, onde os estrato herbáceos e arbustivos são predominantes, a maneira mais acurada de medi-los é pela cobertura do solo (VIEIRA et al., 2017b). Neste contexto, a cobertura do solo foi selecionada como um dos indicadores ecológicos previstos na Nota Técnica IBRAM 01/2018⁹, que estabelece os Indicadores Ecológicos para a Recomposição da Vegetação Nativa no Distrito Federal.

A análise custo-efetividade tem o objetivo de comparar custos e benefícios de um projeto onde os benefícios não podem ser expressos em unidades monetárias, mas qualitativas, que indicam o resultado esperado (MIYABUKURO, 2014). Para sua aplicação, divide-se os custos do projeto pelo indicador de efetividade escolhido (BRANCO, 2014). No caso deste trabalho, o indicador escolhido para medir a efetividade da restauração ecológica foi o percentual de cobertura do solo.

⁹ Nota Técnica IBRAM 01/2018. Disponível em < http://www.ibram.df.gov.br/wp-content/uploads/2018/06/Nota-T%C3%A9cnica-1-INDICADORES_ECOLOGICOS.pdf >

Com base nisso, este Capítulo visa analisar os custos e atividades envolvidos na restauração no Cerrado, considerando as duas estratégias mais comuns: plantio de mudas arbóreas e semeadura direta, analisar a efetividade dos plantios através do percentual de cobertura do solo e comparar a relação custo-efetividade entre as estratégias.

8.2 MATERIAIS E MÉTODOS

8.2.1 Coleta de Dados de Custo

Os projetos analisados foram executados por empresa de consultoria ambiental localizada no Distrito Federal e tiveram como objetivo o cumprimento do Decreto Distrital nº 14.783/1993, que prevê a compensação florestal como medida compensatória pela supressão de vegetação nativa.

Para a coleta dos dados foram realizadas entrevistas semiestruturadas com os responsáveis da empresa pela execução de cada um dos projetos analisados. Para tanto, foi aplicado um questionário com possibilidade de inclusão de perguntas adicionais caso fossem necessários mais esclarecimentos (EASTERBY-SMITH et al., 2002; RIGATO, 2007). Também foram disponibilizados pela empresa documentos internos como relatórios de plantios e monitoramento, notas fiscais, planilhas e contatos de empresas e consultores terceirizados.

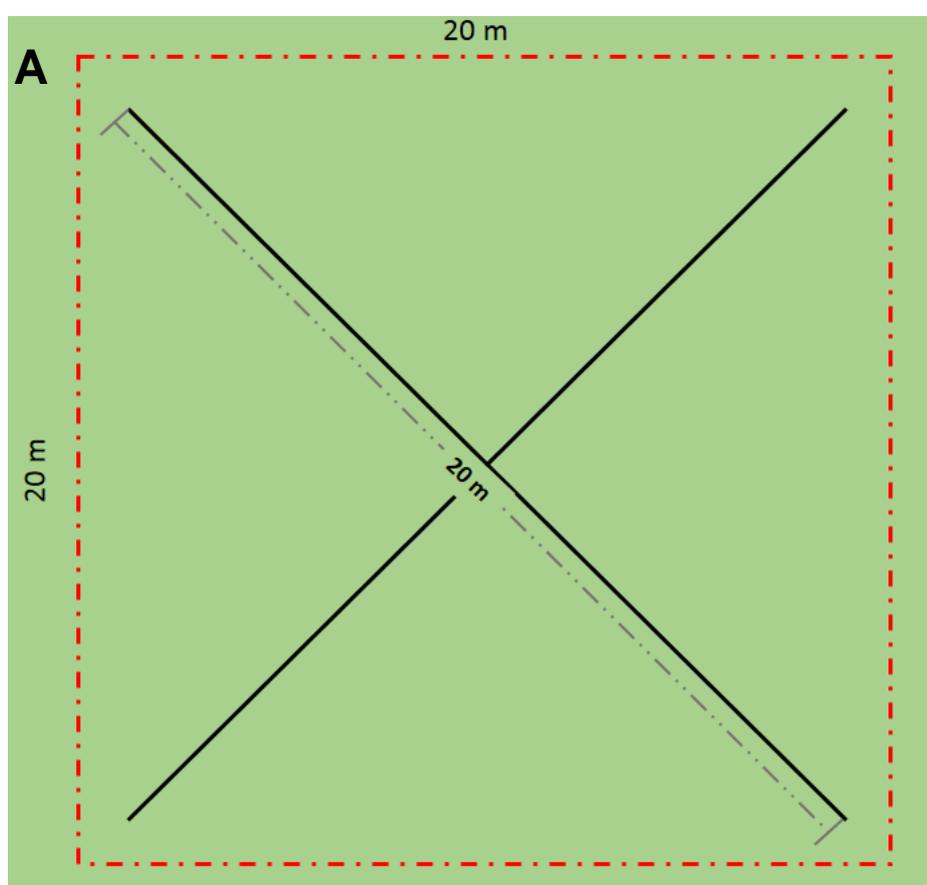
Além das atividades inerente a cada um dos projetos, foram registrados todos os custos reais para a execução do projeto até o mês de dezembro de 2018, incluindo aqueles não previstos, mas que foram necessários para alinhamento do projeto após eventualidades. Porém, a partir de dezembro de 2018 até a data de finalização dos fevereiro de 2020, os custos foram previstos com base no planejamento das atividades futuras.

8.2.2 Percentual de Cobertura do Solo

O indicador ecológico selecionado para análise da efetividade dos projetos de restauração via semeadura direta (SED) e via plantio de mudas (MUD) foi o percentual da cobertura do solo (CS), estimado a partir do método de interceptação de pontos em linha (HERRICK et al., 2005). Para tanto, foram lançadas quatro parcelas

amostrais retangulares em cada uma das áreas, e em cada parcela foram estendidas duas trenas de 20 metros na diagonal, conforme ilustração a seguir (Figura 9 A).

Uma vareta de aproximadamente 2,0 metros foi dividida em três estratos (0-0,5 m; 0,5-1,0 m e >1,0 m) e disposta perpendicularmente ao solo ao longo da trena. Os dados foram coletados a cada 10 cm da linha, totalizando 200 pontos de coleta em cada diagonal e 400 pontos por parcela amostral (Figura 9 B). A coleta dos dados foi realizada entre os meses de maio e junho de 2018, aproximadamente 6 meses após a execução dos plantios.



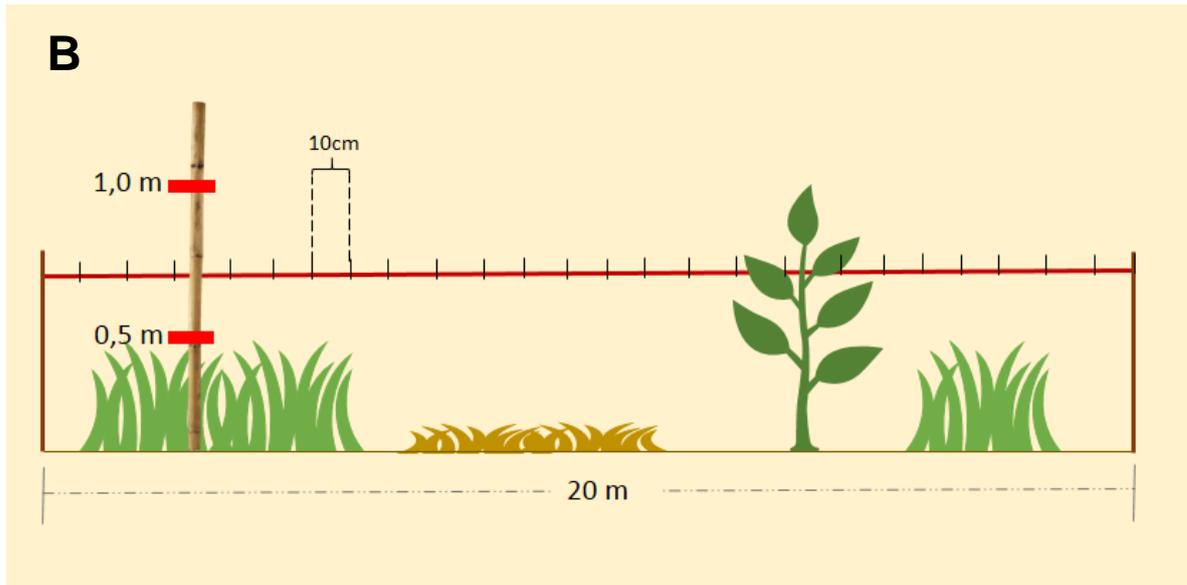


Figura 9 – A: Disposição das parcelas amostrais de 20 x 20 m e das trenas de 20 m estendidas nas diagonais da parcela. B: Ilustração do método de interceptação de pontos em linha. Ao longo da trena de 20 m, a cada 10 cm, dividida em três estratos (0-0,5 m; 0,5-1,0 m e >1,0 m).

Para cada ponto, foi anotado na “Ficha de Campo” os indivíduos que tocaram cada um dos três estratos da vareta. Pontos sem espécies de plantas em nenhum dos estratos foram registrados como solo exposto. As plantas foram identificadas no nível de gênero e espécie, levando em consideração o sistema de classificação botânica “*Angiosperm Phylogeny Group*” (APG IV 2016). A nomenclatura botânica foi conferida com o banco de dados eletrônico da Lista de Espécies da Flora do Brasil (www.floradobrasil.jbrj.gov.br), disponibiliza virtualmente pelo Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Posteriormente, foi realizado o cálculo das coberturas de espécies nativas e exóticas em ambas as áreas estudadas, tendo como base as formas de vida das espécies encontradas.



Figura 10 – Imagem ilustrativa da execução do método de interceptação de pontos em linha para estimativa da cobertura vegetal, realizada na área de semeadura direta na Floresta nacional de Brasília, DF.

8.2.3 Análise do Custo-Efetividade

Para a realização dessa análise, foi criado procedimento baseado no método de custo-efetividade, tendo como variável qualitativa o percentual de cobertura do solo. Essa variável foi comparada com os dados de custos por hectare (variável quantitativa) dos projetos SED e MUD. Como a cobertura do solo foi avaliada 6 após o plantio em campo, foram considerados os custos totais gastos com a atividades durante o mesmo período. Para a SEM, o custo calculado para planejamento, implantação e manutenção até os 6 meses do plantio foi R\$ 10.385,64/ha, enquanto para o MUD foi R\$ 21.471,56.

A cobertura do solo de ambas as áreas foram classificadas nas categorias Cobertura de espécies Nativa (CN), Cobertura de espécies Exóticas (CE), Solo Exposto (SE) e Cobertura Morta (CM) (Tabela 11). Na classe CN, foram incluídas as espécies nativas de todas as formas de vida (herbácea, arbusto, subarbusto, arbusto e árvore). Essa abordagem foi adotada devido a aplicação de herbicida para controle de gramíneas no projeto de semeadura. Desta forma, não seria possível comparar a cobertura de

diferentes formas de vida, uma vez que a cobertura de herbáceas no SED não seria coerente com a real efetividade do plantio.

Tabela 11 – Classes de cobertura do solo utilizadas na avaliação da efetividade dos projetos de restauração via semeadura direta e plantio de mudas avaliados no Distrito Federal.

Classe	Descrição
Cobertura de espécies Nativa (CN)	Espécies nativas das diversas formas de vida (herbácea, arbusto, subarbusto, arbusto e árvore)
Cobertura de espécies Exóticas (CE)	Espécies exóticas, em sua maioria gramíneas exóticas invasoras (GEI).
Solo Exposto (SE)	Pontos de solo exposto onde não foi identificado nenhum tipo de vegetação nos demais estratos de altura (0,5 – 1,0 m e >1,0 m).
Cobertura Morta (CM)	Palha + Serrapilheira

Para cada parcela, primeiramente foi registrado o número total de pontos que receberam alguma marcação, ou seja, onde a vareta tocou a vegetação. Em um segundo momento, dividiu-se o total de pontos marcados por 400, número total de pontos existentes em cada parcela. Em seguida, calculou-se a média de cobertura incluindo todas as quatro parcelas, por fim multiplicou-se por 100 para encontrar o percentual de cobertura de cada classe. Para o valor da cobertura vegetal, não foi considerado o percentual de solo exposto, apenas de espécies nativas, exóticas e cobertura morta.

Posteriormente, para comparação da efetividade de ambos os projetos em estabelecer cobertura vegetal de qualidade na área, em relação ao valor investido, foi criado o Índice de Qualidade de Cobertura (IC%). Para o cálculo do IC%, às coberturas consideradas de boa qualidade (CN e CM) e foi instituído sinal positivo, e às coberturas de má qualidade (CE e SE) o sinal negativo, conforme equação a seguir:

$$IC (\%) = CN - CE - SE + CM \quad (3)$$

IC = Índice de Qualidade de Cobertura

CN = Cobertura de espécies nativas

CE = Cobertura de espécies exóticas

SE = Solo Exposto

CM = Cobertura Morta

Em seguida foi possível calcular o percentual de cobertura de qualidade por real investido (Y), o que permitiu a comparação dos projetos em termos de custo e efetividade ecológica.

$$Y (\%. R\$^{-1}) = IC/R\$ \quad (4)$$

Y = Percentual de cobertura de qualidade por real investido

8.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os percentuais de cobertura alcançaram valores superiores a 100% (Tabela 12), uma vez que o total de pontos que tocaram a vara foi maior do que o número total de pontos analisados em cada parcela (400).

A área de semeadura direta apresentou 29% a mais de cobertura vegetal do que a área do plantio de mudas. Dessa forma, é possível concluir que o projeto de semeadura direta, para os casos estudados, se apresentou mais vantajoso, tanto do ponto de vista financeiro quanto da efetividade para a restauração ecológica.

Tabela 12 –Custo por hectare e cobertura vegetal após seis meses de manutenção/monitoramento para os projetos de restauração do Cerrado via Semeadura Direta (SED) e Plantio de Mudas (MUD), realizados no Distrito Federal.

	Semeadura Direta (SED)	Plantio de Mudas (MUD)
R\$/ha	R\$ 10.385,64	R\$ 21.471,56
Cobertura Vegetal (%)	176,88%	147,69%

É importante, no entanto, entender a qualidade dessa cobertura, principalmente com relação ao percentual de espécies nativas e exóticas em cada uma das áreas. Uma vez que gramíneas exóticas invasoras (GEI) têm sido consideradas um dos maiores desafios na restauração ecológica do Cerrado (SILVEIRA et al., 2013). Para os seis primeiros meses de manutenção, foi necessário investir R\$ 840,53/ha na área de SED e R\$ 2.422,36/ha na área do MUD. Desta forma, a eficiência dos métodos de restauração em combater espécies exóticas e estabelecer as nativas é de suma importância, uma vez que o tempo e o investimento necessários para o controle das GEIs encarecem os custos da restauração.

Com relação à cobertura de espécies nativas, a área de SED apresentou percentual mais de dez vezes maior do que a área do plantio de mudas (Tabela 13 e Gráfico 2). Essa situação foi verificada principalmente devido ao fato das sementes serem distribuídas em toda a área, enquanto no MUD, as mudas são dispostas em linhas e as entrelinhas são gradeadas para o controle de espécies exóticas. Esse procedimento também explica o maior percentual de solo exposto na área de MUD (27%) em relação à SED (5,56%).

Tabela 13 – Percentual de cobertura do solo em áreas de restauração via semeadura direta (SED) e plantio de mudas (MUD) no Distrito Federal. MCN: média de nativas por parcela; MCE: média de exóticas por parcela; MSE: média de solo exposto por parcela; MCM: média de cobertura morta por parcela.

SED				
Parcela	MCN	MCE	MSE	MCM
1	0,665	0,625	0,0575	0,6475
2	1,16	0,1875	0,0775	0,2
3	1,22	0,1575	0,07	0,1825
4	1,0575	0,25	0,0175	0,7225
Soma total	4,1025	1,22	0,2225	1,7525
Média total	1,025625	0,305	0,055625	0,438125
Cobertura (%)	102,5625	30,5	5,5625	43,8125
MUD				
Parcela	MCN	MCE	MSE	MCM
1	0,0425	0,31	0,41	0,9475
2	0,0425	0,3775	0,36	0,985
3	0,24	0,475	0,16	0,9975
4	0,09	0,4775	0,16	0,9225
Soma total	0,415	1,64	1,08	3,8525
Média total	0,10375	0,41	0,27	0,963125
Cobertura (%)	10,375	41,0	27,1	96,3125

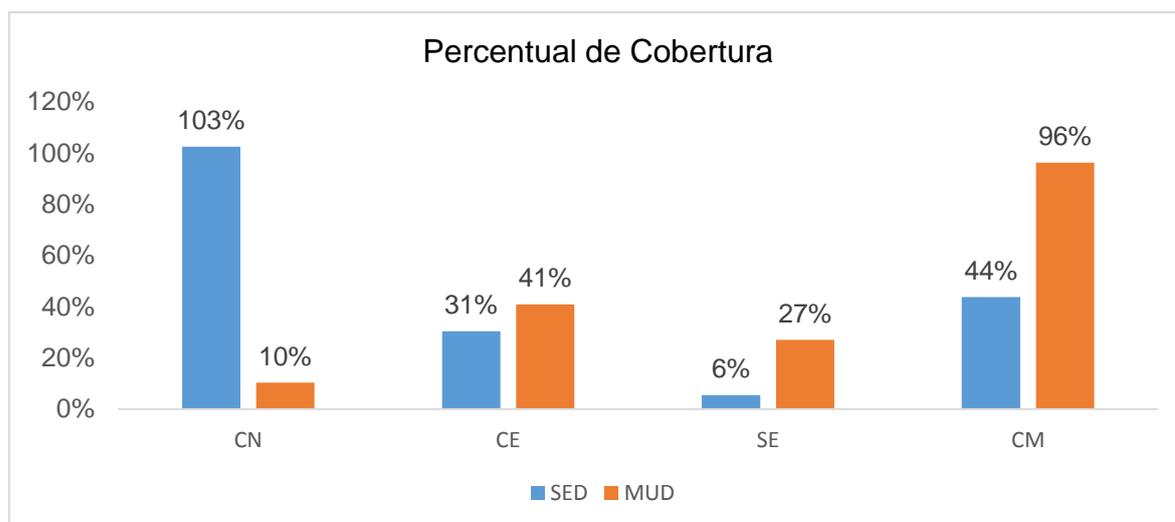


Gráfico 2 - Distribuição das classes de cobertura do solo seis meses após a implantação na área de semeadura direta (SED) e de plantio de mudas (MUD) no Distrito Federal. CN: cobertura de nativas; CE: cobertura de exóticas; SE: solo exposto; CM: cobertura morta.

Os dados de cobertura foram coletados seis meses após o primeiro plantio que, no caso da SED, não incluiu espécies herbáceas devido ao uso de herbicidas para controle de GEIs nessa fase inicial. Cabe destacar que, nessa área, mais de 98% da cobertura de espécies nativas foram compostos por espécies de subarbustos e apenas 4% por espécies de árvores ou arbustos (Gráfico 3). No entanto, 92% das espécies inicialmente plantadas eram árvores ou arbustos, enquanto apenas 8% eram subarbustos, o que representou baixo estabelecimento e germinação das sementes de árvores e arbustos, quando comparadas aos subarbustos.

Resultados semelhantes foram encontrados em outros estudos. PELLIZZARO et al (2017), avaliaram o sucesso do estabelecimento inicial de 75 espécies do Cerrado e registraram que apenas 32% das espécies lenhosas tiveram taxas de emergência acima de 20%. Esse baixo crescimento de árvores do Cerrado observado em plantios de semeadura direta tem sido parcialmente explicado pelo alto investimento em sistema radicular (SILVA et al., 2015b; PELLIZZARO et al., 2017), o que tem requerido maior investimento no controle de gramíneas exóticas (SILVA et al., 2015b).

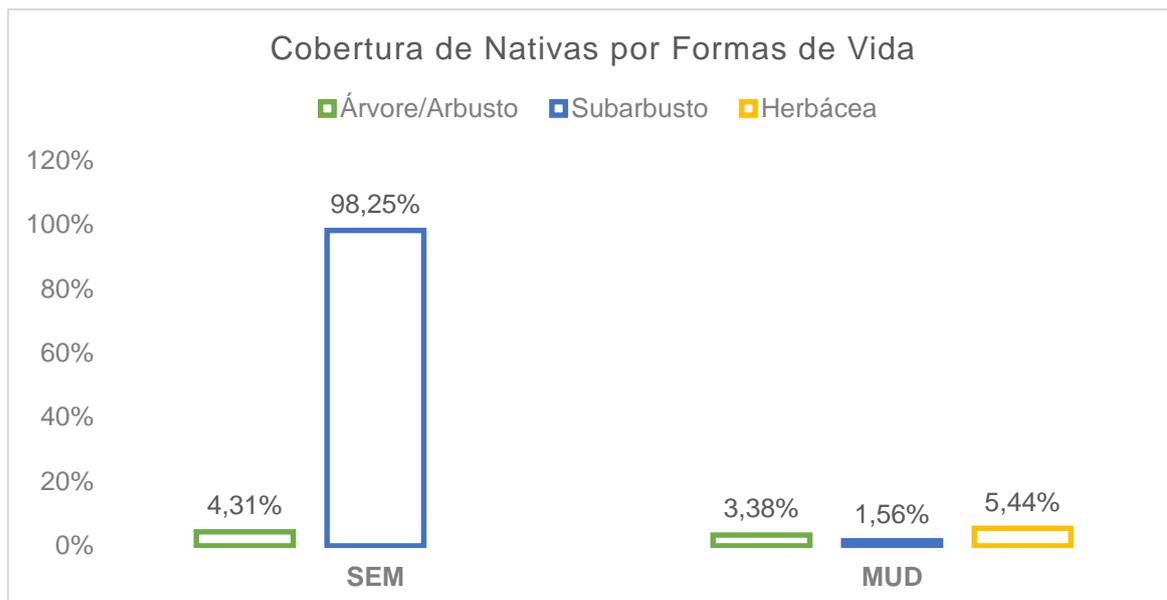


Gráfico 3 – Detalhamento das formas de vida que compõem a cobertura de espécies nativas em uma área de semeadura direta (SEM) e outra de plantio de mudas (MUD), no Distrito Federal, seis meses após a implantação. Na área de SEM foi aplicado herbicida para controle da braquiária e por este motivo não haviam sido semeados as espécies herbáceas.

A área de semeadura direta apresentou 31% de cobertura de espécies exóticas, enquanto na área do plantio de mudas esse percentual foi de 41%. Esse resultado nos leva a duas interpretações. Em primeiro lugar indica que a aplicação de herbicida para controle de espécies exóticas foi mais eficiente do que a roçada mecânica e o gradeamento. Em segundo, indica que a semeadura de subarbustos de rápido crescimento em alta densidade auxiliaram no controle das espécies exóticas, como também tem sido observado em outros trabalhos (KUMAR et al., 2010; SILVA et al., 2015b; PELLIZZARO et al., 2017). Em contrapartida, alguns experimentos apontaram a invasão de gramíneas exóticas como um dos fatores mais problemáticos para o desenvolvimento de plântulas em plantios por semeadura direta, devido a sua agressividade no campo (SUN et al., 1995; SOUZA; ENGEL, 2018).

A maior eficiência do método de restauração na área de SEM do que no MUD influenciou diretamente na redução dos custos desse método, principalmente no que diz respeito à necessidade de gastos com manutenção. Mesmo que o controle de plantas daninhas em locais diretamente semeados seja considerado mais difícil do que em áreas plantadas com mudas, devido ao espaçamento irregular e tamanho reduzido de plântulas (DOUGLAS et al., 2007; SOUZA; ENGEL, 2018), no presente

estudo, o controle de exóticas no SED foi R\$ 1.581,83/ha mais barato que do MUD, para os seis primeiros meses de manutenção.

A cobertura de subarbustos (98% da cobertura total) na área de SED apresentou baixa diversidade, uma vez que é composta por apenas três espécies de rápido crescimento: *Lepidaploa aurea* (amargoso), *Stylosanthes capitata* e *Stylosanthes macrocephala* (estilosantes). A quantidade de sementes em Kg/ha de amargoso representa 21% do total de quilos semeados, enquanto do estilosantes representa 6%. Outros trabalhos vem mostrando que a presença de *Stylosanthes* em áreas restauradas contribui de forma efetiva para bloquear espécies invasoras e, conseqüentemente, para a colonização de espécies nativas (STARR et al., 2013). Esse resultado indica que o método de gradagem, utilizado para limpeza do terreno e combate de espécies exóticas na área do plantio de mudas, também vem se mostrando eficiente. No entanto, certamente essa estratégia influenciou na alta cobertura de solo exposto (27,1%) quando comparado com a área semeada (5,56%).

Ainda na área do plantio de mudas, dentre a cobertura de nativas (10,38%), a forma de vida mais encontrada foram herbáceas (5,44%), em segundo lugar árvores e arbustos (3,38%) e por último os subarbustos (1,56%). Isso significa alto potencial de regeneração natural, uma vez que nessa área foram plantadas apenas mudas de árvores e arbustos e foram encontradas oito espécies de capins nativos nas parcelas analisadas. Esses resultados são semelhantes aos de um trabalho que analisou 10 plantios de mudas em área de Cerrado *sensu stricto* no Distrito Federal e encontrou maior percentual de cobertura por regenerantes (do que pelas mudas plantadas, que tiveram contribuição menor que 5% na cobertura do solo (SOUSA, 2016).

A presença de palha e serrapilheira, aqui denominadas cobertura morta, é importante para manter a ciclagem de nutrientes e evitar a incidência de processos erosivos a partir da erosão superficial, além de sombrear o solo e apoiar no controle das gramíneas exóticas e manter a umidade do solo (ALMEIDA, 2016). Na área de plantio de mudas essa classe representa 96,31%, mais alto que na área de SEM, 43,81%. Isso ocorreu possivelmente devido à manutenção da palhada sobre o solo após o

combate à espécies exóticas e à queda de folhas das mudas implantadas, como forma de prevenção ao período de estiagem.

O Índice de Qualidade de Cobertura (IC) na área de semeadura direta foi 110,31% (Figura 11), quase três vezes maior que o da área do plantio de mudas (38,63%), o que resultou em uma cobertura por real investido (Y) de 0,011%/R\$ para a SED e 0,002%/R\$ para o MUD. Esses valores indicam que a semeadura direta mostrou ser quatro vezes mais vantajosa em termos de custo-efetividade quando comparada com o plantio de mudas.

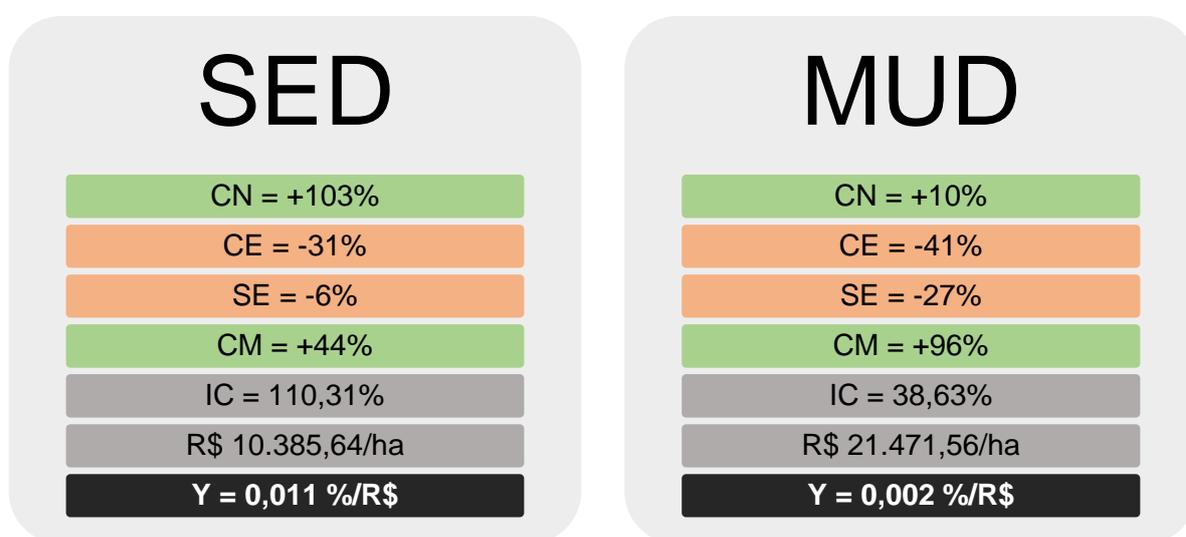


Figura 11 – Percentual de Cobertura de Qualidade por Real Investido (Y) calculado com base no Índice de Qualidade de Cobertura (IC) em áreas de Semeadura Direta (SED) e Plantio de Mudas (MUD), no Distrito Federal.

Conforme apresentado neste trabalho, ainda existem questionamentos sobre a efetividade desse método no estabelecimento e crescimento de árvores nativas. SOUZA; ENGEL (2018) afirmam que, apesar da semeadura direta ser mais custo-efetiva do que o plantio de mudas, não é possível alcançar alta densidade de plântulas e alta diversidade de espécies no curto prazo, devido à grande variabilidade no desempenho das espécies. Desta forma, a estratégia de restauração por meio semeadura direta apresenta vantagens financeiras, no entanto, ainda deixa a desejar quando consideramos o estabelecimento de árvores e a diversidade de espécies no curto prazo. Pesquisas devem ser desenvolvidas no sentido de buscar sementes de

espécies mais restritas e adaptadas, com alto potencial de germinação e sobrevivência em campo (MARTINS, 2015).

Os métodos de semeadura direta e plantio de mudas são, portanto, complementares. A cobertura de espécies herbáceas cresce mais rápido do que a de árvores, melhoram as condições edáficas do solo (CORRÊA; BENTO, 2010), são eficientes no combate à processos erosivos (KUMAR et al., 2010) e auxiliaram no controle das espécies exóticas (PELLIZZARO et al., 2017). Já as árvores, exercem um papel relevante na sucessão ecológica, amenizam o microclima local, atraem dispersores de sementes, oferecem complexidade estrutural ao ambiente e incrementam a cobertura e a estrutura da vegetação (KUMAR et al., 2010; CORRÊA et al., 2017).

A restauração do bioma Cerrado *sensu stricto* não deve buscar a formação de um dossel fechado sem sobosque e nem mesmo um campo composto exclusivamente por herbáceas e subarbustos. Desta forma, esse trabalho vem a corroborar com outros resultados encontrados na literatura (SOUZA; ENGEL, 2018), e recomendar o investimento em técnicas e pesquisas no intuito de conciliar a semeadura direta com o plantio de mudas, uma vez que os resultados se apresentaram complementares.

8.4 CONCLUSÕES

De acordo com a análise de custo-efetividade, a semeadura direta apresentou-se mais vantajosa na restauração ecológica do Cerrado, tanto em termos financeiros, quanto em resultados ecológicos, com base na análise do percentual de cobertura vegetal aos seis meses após o plantio em campo.

Na área de semeadura direta, o percentual de espécies subarbustivas nativas foi 98,25%, no entanto, foram encontradas apenas três espécies de rápido crescimento, enquanto o percentual de cobertura de espécies arbóreas e arbustivas foi pouco expressivo (4,31%). Já na área de MUD, o percentual de herbáceas nativas (5,44%) foi maior do que de árvores e arbustos (3,38%) inicialmente plantadas, o que representa o acréscimo de outras formas de vida.

9 CONSIDERAÇÕES FINAIS

É importante levar em consideração a diferença de escala entre os projetos analisados, uma vez que o projeto da semeadura direta foi implementado em uma área quatro vezes maior (10 ha) que a área do plantio de mudas (2,5 ha). Mais estudos devem ser desenvolvidos em função de entender os ganhos financeiros à medida em que se aumenta a escala em projetos de restauração ecológica. Outro fator que pode ter contribuído para o menor custo associado à semeadura é a informalização do mercado de sementes florestais. Com a padronização e formalização desse mercado, outros estudos podem ser realizados com o mesmo objetivo, de verificar o custo-efetividade da metodologia de semeadura direta em relação ao plantio de mudas.

Em se tratando de áreas com características específicas, a eficiência da metodologia baseada no custo-efetividade aqui apresentada pode ser analisada para outras áreas e considerar a análise de diferentes indicadores ecológicos, como por exemplo: riqueza, mortalidade, regeneração natural.

Por fim, o investimento em pesquisas e tecnologias no intuito de conciliar a semeadura direta com o plantio de mudas pode trazer resultados mais eficientes em termos de efetividade ecológica da restauração e resultados no curto prazo.

10 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACHARD, F.; EVA, H. D.; SITIBIG, H. J.; MAYAUX, P.; GALLEGO, J. RICHARDS, T. MALINGREAU, J. P. Determination of deforestation rates of the world's humid tropical forests. **Science**, v. 297:999-10, 2002.

ALMEIDA, D. S. DE. **Manutenção de Projetos de Recuperação Ambiental**. Ilhéus, BA.: Editus, 2016.

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; LEONARDO, J.; GONÇALVES, M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711–728, jan. 2014.

ANAND, M.; DESROCHERS, R. E. Quantification of restoration success using complex systems concepts and models. **Restoration Ecology**, v. 12 (1), , 2004.

ANDERSEN, A. N. How important is seed predation to recruitment in stable populations of long-lived perennials? **Oecologia**, v. 81, n. 3, p. 310–315, nov. 1989.

ANTONIAZZI, L.; SARTORELLE, P.; COSTA, K.; BASSO, I. **Restauração Florestal e Cadeias Agropecuárias para Adequação ao Código Florestal: Análise Econômica de oito estados brasileiros**. São Paulo: Iniciativas para o Uso da Terra (INPUT) e AGROICONE, 2016.

ARCO-VERDE, M. F.; AMARO, G. C. **Análise financeira de sistemas produtivos integrados** (ATLAS, Ed.) São Paulo, 2014.

ARONSON, J. What Can and Should Be Legalized in Ecological Restoration ? 1 O Que Pode E Deveria Ser Legalizado Na Restauração. **Revista Árvore**, v. 34, n. 3, p. 451–454, 2010.

ARONSON, J.; BLIGNAUT, J. N.; MILTON, S. J.; LE MAITRE, D.; ESLER, K. J.; LIMOUZIN, A.; FONTAINE, C.; DE WIT, M. P.; MUGIDO, W.; PRINSLOO, P.; VAN DER ELST, L.; LEDERER, N. Are socioeconomic benefits of restoration adequately quantified? a meta-analysis of recent papers (2000-2008) in restoration ecology and 12 other scientific journals. **Restoration Ecology**, v. 18, n. 2, p. 143–154, 2010.

BARNETT, J. P. .; BAKER, J. B. Regeneration methods. In: DURYEA, M. L. .; DOUGHERTY, P. M. (Eds.). . **Forest regeneration manual**. London (UK): Kluwer Academic Publishers, 1991. p. 35–50.

BEGON, M.; TOWNSEND, C. R.; HARPER, J. . **Ecologia de indivíduos a ecossistemas**. 4ª Edição. ed. Porto Alegre: Artmed Editora S/A, 2007.

BENDOR, T.; LESTER, T. W.; LIVENGOOD, A.; DAVIS, A.; YONAVJAK, L. Estimating the size and impact of the ecological restoration economy. **PLoS ONE**, v. 10, n. 6, p. 1–9, 2015.

BENDOR, T.; LESTER, T.; LIVENGOOD, A. Exploring and Understanding the Restoration Economy. **Curs.Unc.Edu**, n. 2002, p. 1–30, 2013.

BENINI, R. M.; LENTI, F. E. B.; TYMUS, J. R. C.; SILVA, A. P. M. ISERNHAGEN, I.

Custos de Restauração da Vegetação Nativa no Brasil. In: **Economia da Restauração Florestal**. São Paulo: The Nature Conservancy, 2017. p. 135.

BENINI, R. M.; ADEODATO, S. O Desafio Econômico de Recobrir o Brasil. In: **Economia da Restauração Florestal**. São Paulo: The Nature Conservancy, 2017. p. 135.

BEZDEK, R. H.; WENDLING, R. M.; DIPERNA, P. Environmental protection, the economy, and jobs: National and regional analyses. **Journal of Environmental Management**, v. 86, n. 1, p. 63–79, 2008.

BLIGNAUT, J.; ARONSON, J.; DE GROOT, R. Restoration of natural capital: A key strategy on the path to sustainability. **Ecological Engineering**, v. 65, 2014a.

BLIGNAUT, J.; ARONSON, J.; DE WIT, M. The economics of restoration: Looking back and leaping forward. **Annals of the New York Academy of Sciences**, v. 1322, n. 1, p. 35–47, 2014b.

BOER, C. A.; ASSIS, R. L. DE; SILVA, G. P.; BRAZ, A. J. B. P.; BARROSO, A. L. DE L.; FILHO, A. C.; PIRES, F. R. BIOMASSA, DECOMPOSIÇÃO E COBERTURA DO SOLO OCASIONADA POR RESÍDUOS CULTURAIS DE TRÊS ESPÉCIES VEGETAIS NA REGIÃO CENTRO-OESTE DO BRASIL (1). **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v. 32, p. 843–851, 2008.

BRANCALION, P. H. S.; RODRIGUES, R. R.; GANDOLFI, S.; KAGEYAMA, P. Y.; NAVE, A. G.; GANDARA, F. B.; BARBOSA, L. M.; TABARELLI, M. Instrumentos Legais podem Contribuir para a Restauração de Florestas Tropicais Biodiversas. **Revista Árvore**, v. 34, n. 3, p. 455–470, 2010.

BRANCALION, P. H. S.; VIANI, R. A. G.; ARONSON, J.; RODRIGUES, R. R.; NAVE, A. G. Improving Planting Stocks for the Brazilian Atlantic Forest Restoration through Community-Based Seed Harvesting Strategies. **Restoration Ecology**, v. 20, n. 6, p. 704–711, 2012a.

BRANCALION, P. H. S.; VIANI, R. A. G.; STRASSBURG, B. B. N.; RODRIGUES, R. R. Finding the money for tropical forest restoration. **Unasylva**, v. 63, n. 239, p. 41–50, 2012b.

BRANCALION, P. H. S.; GORNE VIANI, R. A.; RODRIGUES, R. R.; GANDOLFI, S. Avaliação e monitoramento de áreas em processo de restauração. In: **Restauração ecológica de ecossistemas degradados**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2012c. p. 262–293.

BRANCALION, P. H. S.; SCHWEIZER, D.; GAUDARE, U.; MANGUEIRA, J. R.; LAMONATO, F.; FARAH, F. T.; NAVE, A. G.; RODRIGUES, R. R. Balancing economic costs and ecological outcomes of passive and active restoration in agricultural landscapes: the case of Brazil. **Biotropica**, v. 48, n. 6, p. 856–867, 2016.

BRANCALION, P. H. S.; LAMB, D.; CECCON, E.; BOUCHER, D.; HERBOHN, J.; STRASSBURG, B.; EDWARDS, D. P. Using markets to leverage investment in forest and landscape restoration in the tropics. **Forest Policy and Economics**, v. 85, n. November 2016, p. 103–113, 2017.

BRANCO, M. C. **A análise custo-efetividade: sua aplicação como auxílio para a definição de políticas de regulamentação do uso de agrotóxicos** Marina Castelo Branco. Brasília, DF: Universidade de Brasília, 2014.

CAMPOS-FILHO, E. M.; DA COSTA, J. N. M. N.; DE SOUSA, O. L.; JUNQUEIRA, R. G. P. Mechanized Direct-Seeding of Native Forests in Xingu, Central Brazil. **Journal of Sustainable Forestry**, v. 32, n. 7, p. 702–727, 2013.

CARNEIRO, C. D. **Contabilidade de custos como instrumento de gestão para micro e pequenas empresas**. Juína/MG: Faculdade de Ciências Contábeis e Administração do Vale do Juruena, 2009.

CECCON, E.; GONZÁLEZ, E. J.; MARTORELL, C. IS DIRECT SEEDING A BIOLOGICALLY VIABLE STRATEGY FOR RESTORING FOREST ECOSYSTEMS? EVIDENCES FROM A META-ANALYSIS. **Land Degradation & Development**, v. 520, n. September 2015, p. 511–520, 2016.

CHAZDON, R. L. Beyond Deforestation: Restoring Forests and Ecosystem Services on Degraded Lands. **Science**, v. 320, n. 5882, p. 1458–1460, 2008.

CORDEIRO, A. O. O. Diretrizes e atividades desenvolvidas para a restauração ecológica na Floresta Nacional de Brasília. 2017.

CORRÊA, R. S. **Recuperação de Áreas Degradadas pela Mineração no Cerrado: Manual para Revegetação**. 2. ed. Brasília, DF: Universidade de Brasília, 2009.

CORRÊA, R. S.; BALDUÍNO, A. P. DO C.; TEZA, C. T. V.; BAPTISTA, G. M. DE M.; SILVA, D. J. DA. Recuperação da cobertura vegetal e da atividade fotossintética em jazidas revegetadas no Distrito Federal. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais (Online)**, n. 46, p. 75–87, 2017.

CORRÊA, R. S.; BENTO, M. A. B. Qualidade do substrato minerado de uma área de empréstimo revegetada no distrito federal. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v. 34, p. 1435–1443, 2010.

CUNNINGHAM, S. **The restoration economy: the greatest new growth frontier: immediate & emerging opportunities for businesses, communities & investors**. San Francisco: Berrett-Koehler Publishers, 2002.

DOMINICIS, L. F. DE. **Custeio baseado em atividades (abc) aplicado ao processo de produção de sementes do cerrado nos domínios do parque nacional da chapada dos veadeiros**. Brasília: Universidade de Brasília, 2017.

DOUGLAS, G. B.; DODD, M. B.; POWER, I. L. Potential of direct seeding for establishing native plants into pastoral land in New Zealand. **New Zealand Journal of Ecology**, v. 31, n. 2, p. 143–153, 2007.

DURIGAN, G.; MELO, A. C. G. DE; MAX, J. C. M.; BOAS, O. V.; CONTIERI, W. A.; RAMOS, V. S. **Manual para recuperação da vegetação de Cerrado**. 3º ed. São Paulo: SMA, 2011.

DURIGAN, G.; GUERIN, N.; DA COSTA, J. N. M. N. Ecological restoration of Xingu Basin headwaters: Motivations, engagement, challenges and perspectives.

Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences, v. 368, n. 1619, 2013.

DURIGAN, G.; MELO, A. C. G. An overview of public policies and research on ecological restoration in the state of São Paulo, Brazil. **Biodiversity Conservation in the Americas: Lessons and Policy Recommendation**, n. January, p. 325–355, 2011.

EASTERBY-SMITH, M. .; THORPE, R. .; LOWE, A. **Management research: an introduction**. London (UK): SAGE Publications, 2002.

EDWARDS, P. E. T.; SUTTON-GRIER, A. E.; COYLE, G. E. Investing in nature: Restoring coastal habitat blue infrastructure and green job creation. **Marine Policy**, v. 38, p. 65–71, 2013.

EITEN, G. Delimitação do Conceito de Cerrado. In: **Arquivo do Jardim Botânico do Rio de Janeiro**. Volume XXI ed. Rio de Janeiro/RJ: Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 1977. p. 392.

ENGEL, V. L.; PARROTTA, J. A. An evaluation of direct seeding for reforestation of degraded lands in central São Paulo state, Brazil. **Forest Ecology and Management**, v. 152, n. 1–3, p. 169–181, 2001.

FARUQI, S. **Forest Restoration Gets a Tiny Fraction of the Money It Needs . How to Fill the Gap ?** Disponível em: <<http://www.wri.org/blog/2016/09/forest-restoration-gets-tiny-fraction-money-it-needs-how-fill-gap>>. Acesso em: 10 set. 2018.

FENG, S.; FANG, Q.; BARNETT, R.; LI, C.; HAN, S.; KUHLWILM, M.; ZHOU, L.; PAN, H.; DENG, Y.; CHEN, G.; GAMAUF, A.; WOOG, F.; PRYS-JONES, R.; MARQUES-BONET, T.; GILBERT, M. T. P.; ZHANG, G. The Genomic Footprints of the Fall and Recovery of the Crested Ibis. **Current Biology**, v. 29, n. 2, p. 340–349.e7, jan. 2019.

FERREIRA, R. A.; SANTOS, P. L.; DE ARAGAO, A. G.; SANTOS, T. I. S.; NETO, E. M. D.; REZENDE, A. M. D. Direct sowing for the implantation of a riparian forest at the lower San Francisco River in Sergipe State, Brazil. **Scientia Forestalis**, v. 37, n. 81, p. 37–46, 2009.

FLORENTINE, S. K.; WESTBROOKE, M. E. Restoration on abandoned tropical pasturelands-Do we know enough? **Journal for Nature Conservation**, v. 12, n. 2, p. 85–94, 2004.

GESISKY, J. **Financiamento público em meio ambiente: um balanço da década e perspectivas**. Brasília: WWF, 2018.

GOVARI, R. **INFORMATIVO SOBRE A REDE DE SEMENTES DO XINGU**. São Paulo: [s.n.]. Disponível em: <[http://praticasalternativas.org.br/wp-content/uploads/2016/12/Boletim Informativo sobre a Rede de Sementes do Xingu \(2016\).pdf](http://praticasalternativas.org.br/wp-content/uploads/2016/12/Boletim%20Informativo%20sobre%20a%20Rede%20de%20Sementes%20do%20Xingu%20(2016).pdf)>.

GOVARI, R. **Reflorestamento na região do Xingu Araguaia serve de inspiração para outras regiões do Brasil**. Disponível em: <<https://www.socioambiental.org/pt-br/noticias-socioambientais/reflorestamento-na-regiao-do-xingu-araguaia-serve-de>>

inspiracao-para-outras-regioes-do-brasil>. Acesso em: 5 ago. 2018b.

HARIDASAN, M. Aluminum accumulation by some Cerrado native species in Central Brazil. **Plant and Soil**, p. 65:265–273., 1982.

HARRIS, J. M. Ecological Macroeconomics: Consumption, Investment, and Climate Change. **Global Development and Environment Institute**, v. 08–02, p. 2–15, 2008.

HERRICK, J. E.; VAN ZEE, J. W.; HAVSTAD, K. M.; BURKETT, L. M.; WHITFORD, W. G. Monitoring Manual for Grassland, Shrubland and Savanna Ecosystems. USDA-ARS Jornada Experimental Range. p. 236, 2005.

HOBLEY, M. The impacts of degradation and forest loss on human well-being and its social and political relevance for restoration. In: **Forest Restoration in landscapes: Beyond Planting Trees**. New York: Springer, 2005. p. 22–30.

IBGE. **Mapa de Biomas e de Vegetação**. Disponível em: <<https://ww2.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/21052004biomashtml.shtm>>. Acesso em: 15 set. 2018.

IBGE. **O DF em números**. Disponível em: <<http://www.planejamento.df.gov.br/o-df-em-numeros/dados-geograficos.html>>. Acesso em: 10 jan. 2019.

ICMBIO. **Plano de Manejo Floresta Nacional de Brasília: Volume I Diagnóstico**. Brasília: Instituto Chico Mendes de Biodiversidade, 2016.

INDC. **Pretendida Contribuição Nacionalmente Determinada para Consecução do Objetivo da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clímate**, 2015. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/images/arquivo/80108/BRAZIL_INDC_english_FINAL.pdf>

INSTITUTOESCOLHAS. **Quanto é?** Disponível em: <<http://quantoefloresta.escolhas.org/>>. Acesso em: 10 jan. 2019.

IPT. **Reflorestamento por semeadura aérea na Serra do Mar**. Disponível em: <https://www.ipt.br/centros_tecnologicos/CTGeo/cases/4-reflorestamento_por_semeadura_aerea_na_serra_do_mar.htm>. Acesso em: 5 set. 2018.

KELMENSEN, S.; BENDOR, T. K.; LESTER, T. W. Os Impactos Econômicos de um Projeto de Restauração. In: **Economia da Restauração Florestal**. São Paulo/SP: The Nature Conservancy, 2017. p. 140.

KISHINAMI, R.; WATANABE JR., S. **Quanto O Brasil Precisa Investir para Recuperar 12 milhões de hectare de floresta?** São Paulo: Instituto Escolhas, 2016.

KLINK, C. A.; MACHADO, R. B. Conservation of the Brazilian Cerrado. **Conservation Biology**, v. 19, n. 3, p. 707–713., 2005.

KUMAR, A.; RAGHUWANSHI, R.; UPADHYAY, R. S. Arbuscular Mycorrhizal Technology in Reclamation and Revegetation of Coal Mine Spoils under Various Revegetation Models. v. 2, p. 683–689, 2010.

LATAWIEC, A. E.; STRASSBURG, B. B. N.; BRANCALION, P. H. S.; RODRIGUES, R. R.; GARDNER, T. Creating space for large-scale restoration in tropical agricultural landscapes. **Frontiers in Ecology and the Environment**, v. 13, n. 4, 2015.

LIMA JÚNIOR, V. B.; REZENDE, J. L. P.; OLIVEIRA, A. D. DE. Determinação da Taxa de Desconto a Ser Usada na Análise Econômica de Projetos Florestais. **Cerne**, v. 3, n. 1, p. 45–66, 1997.

LIMA, R. C. A.; MUNHOZ, L. **Programas de Regularização Ambiental (PRAs): Um guia para orientar e impulsionar o processo de regulamentação dos PRAs nos estados brasileiros**. São Pauli: INPUT; AGOICONE, 2016.

LOUDA, S. M.; POTVIN, M. A.; COLLINGE, S. K. **Predispersal Seed Predation, Postdispersal Seed Predation and Competition in the Recruitment of Seedlings of a Native Thistle in Sandhills Prairie**. [s.l.: s.n.]. Disponível em: <<http://digitalcommons.unl.edu/bioscilouda>><<http://digitalcommons.unl.edu/bioscilouda/3>>. Acesso em: 30 mar. 2019.

MAHER, M. **Contabilidade de custos: Criando valor para a administração**. 1° ed. São Paulo: ATLAS, 2001.

MAPBIOMAS. **Cobertura e Uso do Solo**. Disponível em: <<http://mapbiomas.org/map#coverage>>. Acesso em: 18 mar. 2019.

MARTIN, N. B.; SERRA, R.; OLIVEIRA, M. D. M.; ÂNGELO, J. A.; OKAWA, H. Sistema integrado de custos agropecuários - custagri 1. **Informações Econômicas**, v. 28, n. n. 1, p. 22, 1998.

MARTINS, E. **Contabilidade de custos**. 10. ed. São Paulo: ATLAS, 2010.

MARTINS, E.; ROCHA, W. **Métodos de Custeio Comparados: Custos e Margens Analisados Sob Diferentes Perspectivas**. 2° ed. São Paulo: Atlas, 2010.

MARTINS, S. V. Avanços e Próximos Desafios da Semeadura Direta para Restauração Ecológica. In: **Restauração Ecológica de Ecossistemas Degradados**. 2. ed. Viçosa: UFV, 2015. p. 376.

MATSON, P. A.; PARTON, W. J.; POWER, A. G.; SWIFT, M. J. Agricultural intensification and ecosystem properties. **Science**, p. 227:504–509, 1997.

MENDONÇA, R. C.; FELFILI, J. M.; WALTER, B. M. T.; SILVA JUNIOR, M.C. FILGUEIRAS, T. S.; NOGUEIRA, P. E.; FAGG, C. W. Flora Vascular do Bioma Cerrado: checklist com 12.356 espécies. In: SANO, S. M.; ALEMEIA, S. P.; RIBEIRO, J. F. (Eds.). **Cerrado: Ecologia e Flora**. Brasília, DF: Embrapa Informação e Tecnologia, Brasília, DF, 2008. p. 423–1279.

MICONNIS, A. .; PENEIREIRO, F. M. .; MARQUES, H. R. .; VIEIRA, D. L. M. .; ARCOVERDE, M. F. .; HOFFMANN, M. R. .; REHDER, T. .; PEREIRA, A. V. B. **Guia Técnico. Restauração Ecológica com Sistemas Agroflorestais: como conciliar conservação com produção. Opções para Cerrado e Caatinga**. Brasília: Centro Internacional de Pesquisas Agroflorestais (ICRAF)., 2016.

MIYABUKURO, S. B. **Estudo da Análise de Custo-Efetividade no Planejamento**

de Políticas Público-Privadas de Longo Prazo Integrada à Análise de Custo-Benefício. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2014.

MMA. **Ações Prioritárias para a conservação da biodiversidade do Cerrado e Pantanal.** Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 1999.

MMA. **Fundo Nacional do Meio Ambiente.** Brasília: Fundo Nacional do Meio Ambiente, 2011.

MORAES, M. A. **Restauração de paisagens e florestas no Brasil.** Brasília: IUCN, 2016.

MOREIRA DA SILVA, A. P.; RODRIGUES MARQUES, H.; SAMPAIO, M.; LUCIANO, F.; VANESSA, T.; NASCENTE, M.; SANTOS, D.; MAGALHÃES, A.; TEIXEIRA, C.; HELENA, R.; SAMBUICHI, R. Desafios da Cadeia de Restauração Florestal Para a Implementação da Lei nº 12.651/2012 no Brasil. In: IPEA (Ed.). **Brasil em Desenvolvimento: Estado, planejamento e políticas públicas - Volume 2.** Brasília, DF: IPEA, 2014. p. 85–102.

MUELLER, C. C. **Os economistas e as relações entre o sistema econômico e o meio ambiente.** Brasília: UnB, 2012.

MUNASINGHE, M. **Environmental Macroeconomics -- Basic Principles Mohan.** Colombo: Munasinghe Institute for Development (MIND), 2004.

MYERS, N.; MITTERMEIER, R. A.; MITTERMEIER, C. G.; DA FONSECA, G. A. B.; KENT, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, v. 403, n. 6772, p. 853–858, 24 fev. 2000.

NAVE, A. G.; RODRIGUES, R. R. Como as diferentes metodologias impactam o custo da restauração. In: BENINI, R. DE M.; ADEODATO, S. (Eds.). **Economia da Restauração Florestal.** São Paulo: The Nature Conservancy, 2017. p. 136.

NUNES, F. S. M.; SOARES-FILHO, B. S.; RAJÃO, R.; MERRY, F. Enabling large-scale forest restoration in Minas Gerais state, Brazil. **Environmental Research Letters**, v. 12, n. 4, p. 044022, 2017.

OLIVEIRA, A. D. DE; MELLLO, A. A. DE; SCOLFORO, J. R. S.; RESENDE, J. L. DE P.; MELO, J. I. F. Avaliação econômica da regeneração da vegetação de cerrado, sob diferentes regimes de manejo. **Revista Árvore**, v. 26, n. 6, p. 715–726, 2002.

PACTO. **Pacto pela Restauração da Mata Atlântica: Referencial dos Conceitos e Ações de Restauração Florestal.** São Paulo: LERF/ESALQ: Instituto Bioatlântica, 2009.

PALMA, A. C.; LAURANCE, S. G. W. A review of the use of direct seeding and seedling plantings in restoration: What do we know and where should we go? **Applied Vegetation Science**, v. 18, n. 4, 2015.

PELLIZZARO, K. F.; CORDEIRO, A. O. O.; ALVES, M.; MOTTA, C. P.; REZENDE, G. M.; SILVA, R. R. P.; RIBEIRO, J. F.; SAMPAIO, A. B.; VIEIRA, D. L. M.; SCHMIDT, I. B. “Cerrado” restoration by direct seeding: field establishment and initial growth of 75 trees, shrubs and grass species. **Brazilian Journal of Botany**, 2017.

PILON, N. A. L. **Técnicas de restauração de fisionomias campestres do cerrado e fatores ecológicos atuantes**. Campinas, SP: Universidade Estadual de Campinas, 2016.

PIMM, S. . **The Balance of nature? Ecological issues in the Conservation of species and communities**. Chicago: The University of Chicago Press, 1991.

PINTO, J. R. R. .; BORDINI, M. C. P.; PORTO, A. C. .; SOUSA-SILVA, J. C. Princípios e Técnicas Usadas na Recuperação de Áreas Degradadas. In: **Conservação de Áreas de Preservação Permanente do Cerrado: Caracterização, Educação Ambiental e Manejo**. 1. ed. Brasília: Centro de Referência em Conservação da Natureza e Recuperação de Áreas Degradadas - CRAD, 2011. p. 148–184.

PLANAVEG. **Plano Nacional de Recuperação da Vegetação Nativa**. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Ministério da Educação, 2017.

POKORNY, B.; PALHETA, C.; STEINBRENNER, M. Custos de operações florestais: Noções e Conceitos. **Documentos 373**, p. 82, 2011.

POMPÉIA, S. L. .; PRADELLA, D. Z. A. .; MARTINS, S. E.; SANTOS, R. C.; DINIZ, K. M. A semeadura aérea na Serra do Mar em Cubatão. **Ambiente**, v. 3, p. 13–19, 1989.

PRIMACK, R. B. .; RODRIGUES, E. **Biologia da Conservação**. Londrina: Universidade de Londrina, 2002.

REZENDE, C. L.; SCARANO, F. R. Condicionantes e Consequências Sociais da Restauração Ecológica. In: BENINI, R. DE M.; ADEODATO, S. (Eds.). . **Economia da Restauração Florestal**. São Paulo: The Nature Conservancy, 2017. p. 64–73.

REZENDE, J. L. P.; OLIVEIRA, A. D. **Análise Econômica de Projetos Florestais**. 3. ed. Viçosa: Editora UFV, 2013.

RIBEIRO-OLIVEIRA, J. P.; RANAL, M. A. Sementes Florestais Brasileiras: Início Precário, Presente Inebriante e o Futuro, Promissor? **Ciência Florestal**, v. 24, n. 3, p. 771–784, 2014.

RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T. As Principais Fitofisionomias do Bioma Cerrado. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. .; RIBEIRO, J. F. (Eds.). . **Cerrado: Ecologia e Flora**. Brasília: Planaltina, Embrapa., 2008. p. 151–199.

RIGATO, C. A. **Valor Percebido pelo Cliente na Venda de Tecnologia de Informação e sua Relação Com a Decisão de Compra**. São Paulo: Fundação Getúlio Vargas, 2007.

RODRIGUES, R. R.; LIMA, R. A. F.; GANDOLFI, S.; NAVE, A. G. On the restoration of high diversity forests: 30 years of experience in the Brazilian Atlantic Forest. **Biological Conservation**, v. 142, n. 6, p. 1242–1251, 2009.

RODRIGUES, R. R.; GANDOLFI, S.; NAVE, A. G.; ARONSON, J.; BARRETO, T. E.; VIDAL, C. Y.; BRANCALION, P. H. S. Large-scale ecological restoration of high-diversity tropical forests in SE Brazil. **Forest Ecology and Management**, v. 261, n. 10, p. 1605–1613, 2011.

- RUIZ-JAEN, M. C.; AIDE, T. M. Restoration success: How is it being measured? **Restoration Ecology**, v. 13, n. 3, p. 569–577, 2005.
- SAMPAIO, A. B. et al. **Guia de restauração do Cerrado Volume 1 - Semeadura Direta**. Brasília: Rede de Sementes do Cerrado, 2015.
- SANO, E. E.; ROSA, R.; LUÍS, J.; BRITO, S.; FERREIRA, G. Notas Científicas Mapeamento semidetalhado do uso da terra do Bioma Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, n. 1, p. 153–156, 2008a.
- SANO, E. E.; ROSA, R.; BRITO, J. L. S.; FERREIRA, L. G. Land cover mapping of the tropical savanna region in Brazil. **Environmental Monitoring and Assessment**, v. 166, n. 1–4, p. 113–124, 2010.
- SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. DE.; RIBEIRO, J. F. **CERRADO:Ecologia e Flora. Volume 1**. 1. ed. Brasília, DF: Embrapa Cerrados, 2008b.
- SANTOS, G. J.; MARION, J. C.; SEGATTI, S. **Administração de custos na agropecuária**. 3. ed. São Paulo, SP: Atlas, 2002.
- SCHOLES, R. J.; ARCHER, S. R. Tree-Grass Interactions In Savannas. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 28, n. 1, p. 517–544, 1997.
- SER, S. FOR E. R. I. The SER International primer on ecological restoration. **Ecological Restoration**, p. 15, 2004.
- SILVA, A. P. M.; MARQUES, H. R.; SANTOS, T. V. M. N. DOS; TEIXEIRA, A. M. C.; SAMBUICHI, R. H. R.; LUCIANO, M. S. F. **Diagnóstico da Produção de Mudanças Florestais Nativas no Brasil: Relatório de Pesquisa**. Brasília, DF: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, 2015a.
- SILVA, L. K. Technology assessment and cost-effectiveness analysis in health care: the adoption of technologies and the development of clinical guidelines for the Brazilian national system. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 8, n. 2, p. 501–520, 2003.
- SILVA, R. **Coleta que preserva e gera renda**. Disponível em: <<http://www.sebrae.com.br/sites/asn/uf/GO/coleta-que-preserva-e-gera-renda,6330086e766ac510VgnVCM1000004c00210aRCRD>>. Acesso em: 23 mar. 2019.
- SILVA, R. R. P.; OLIVEIRA, D. R.; DA ROCHA, G. P. E.; VIEIRA, D. L. M. Direct seeding of Brazilian savanna trees: effects of plant cover and fertilization on seedling establishment and growth. **Restoration Ecology**, v. 23, n. 4, p. 393–401, 2015b.
- SILVA, R. R. P.; VIEIRA, D. L. M. Direct seeding of 16 Brazilian savanna trees: responses to seed burial, mulching and an invasive grass. **Applied Vegetation Science**, v. 20, n. 3, p. 410–421, 2017.
- SILVEIRA, É. R. DA; MELO, A. C. G. DE; CONTIÉRI, W. A.; DURIGAN, G. Controle de gramíneas exóticas em plantio de restauração do Cerrado. In: **Manejo Adaptativo: primeiras experiências na Restauração de Ecossistemas**. São Paulo: Gráfica, Páginas & Letras Editora, 2013. p. 50.

SOARES-FILHO, B.; RAJÃO, R.; MACEDO, M.; CARNEIRO, A.; COSTA, W.; COE, M.; RODRIGUES, H.; ALENCAR, A. Cracking Brazil ' s Forest Code. **Science**, v. 344, n. April, p. 363–364, 2014.

SOUSA, A. D. P. **Avaliação de um Programa de Restauração de Uma Bacia Hidrográfica: Execução e Envolvimento dos Proprietários**. [s.l.] Universidade de Brasília, 2016.

SOUZA, D. C. DE; ENGEL, V. L. Direct seeding reduces costs, but it is not promising for restoring tropical seasonal forests. **Ecological Engineering**, 2018.

STARR, C. R.; CORRÊA, R. S.; FILGUEIRAS, T. DE S.; HAY, J. D. V.; DOS SANTOS, P. F. Plant colonization in a gravel mine revegetated with *Stylosanthes* spp. in a Neotropical savanna. **Landscape and Ecological Engineering**, v. 9, n. 1, p. 189–201, 2013.

STRASSBURG, B. B. N.; BROOKS, T.; FELTRAN-BARBIERI, R.; IRIBARREM, A.; CROUZEILLES, R.; LOYOLA, R.; LATAWIEC, A. E.; OLIVEIRA FILHO, F. J. B.; SCARAMUZZA, C. A. DE M.; SCARANO, F. R.; SOARES-FILHO, B.; BALMFORD, A. Moment of truth for the Cerrado hotspot. **Nature Ecology & Evolution**, v. 1, n. 4, p. 0099, 2017.

STRASSBURG, B. B. N.; LATAWIEC, A. E. **The Economics of Restoration : Costs , benefits , scale and spatial aspects**. CDB Meeting - Linhares: International Institute for Sustainability, 2014

SUN, D.; DICKINSON, G. R.; BRAGG, A. L. Direct seeding of *Alphitonia petriei* (Rhamnaceae) for gully revegetation in tropical northern Australia. **For. Ecol. Manage.**, v. 73, p. 249–257, 1995.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 2013.

THE WORLD BANK. **Sustaining Forests: a development strategy**. Washington, D.C.: The World Bank, 2004.

THE WORLD BANK. Sustaining the World's Forests: Managing Competing Demands for a Vital Resource. In: **Global Issues for Global Citizens: an introduction to key development challenges**. Washington, D.C.: World Bank Environmentally and Socially Sustainable Development Forests Team, 2006. p. 1–20.

TROSTER, R. L.; MOCHON, F. **Introdução à Economia**. São Paulo: Books, Makron, 1999.

TYMUS, J. R. C.; LENTI, F. E. B.; SILVA, A. P. M. DA; ISERNHAGEN, I.; BENINI, R. DE M. **Restauração da Vegetação Nativa no Brasil: Caracterização de técnicas e estimativas de custo como subsídio a programas e políticas públicas e privadas de restauração em larga escala**. Brasília, DF.: TNC, 2018.

VELDMAN, J. W.; OVERBECK, G. E.; NEGREIROS, D.; MAHY, G.; LE STRADIC, S.; FERNANDES, G. W.; DURIGAN, G.; BUISSON, E.; PUTZ, F. E.; BOND, W. J. Where Tree Planting and Forest Expansion are Bad for Biodiversity and Ecosystem Services. **BioScience**, v. 65, n. 10, p. 1011–1018, 2015.

VERGARA, W.; LUCIANA GALLARDO LOMELI; ANA R. RIOS; PAUL ISBELL; STEVEN PRAGER; RONNIE DE CAMINO. The economic case for landscape restoration in Latin America. p. 68, 2016.

VIANI, R. A. G.; STRASSBURG, B.; SCARAMUZZA, C. A. DE M.; RODRIGUES, R. R.; PADOVEZI, AURÉLIO FABIANO TURINI FARAH COUTO GARCIA, L.; SANGLADE, L. D.; BRANCALION, P. H. S.; CHAVES, R. B.; BARRETO, T. E. **Protocolo de monitoramento para programas e projetos de restauração florestal**. Rio de Janeiro, RJ: Pacto pela Resutação da Mapa Atlântica, 2013.

VIEIRA, D. L. M.; SAMPAIO, A. B.; SKORUPA, L. A.; ARCO-VERDE, M. F. .; CAMPELLO, E. F. C.; MORAES, L. F. D.; PERES, M. K.; ROCHA, F. S.; OGATA, R. S.; OLIVEIRA, M. C. DE; DURIGAN, G.; ISERNHAGEN, I.; SOUZA, R. B.; TURAZI, C.; ARAUJO, S. C. B.; RIBEIRO, J. F. **Espécies Arbóreas e Estratégias para a Recomposição da vegetação Nativa no Bioma Cerrado**. Brasília: EMBRAPA, 2017a.

VIEIRA, D. L. M. V.; SATORELLI, P. A. R.; SOUSA, A. DE P.; REZENDE, G. M. Avaliação de Indicadores da Recomposição da Vegetação Nativa no Distrito Federal e em Mato Grosso do Sul. **Iniciativa para o Uso da Terra (INPUT)**, p. 29, 2017b.

VITALE, V.; MIRANDA, G. DE M. Análise Comparativa da Viabilidade Econômica de Plantios de Pinus taeda e Eucalyptus dunnii na Região Centro- Sul do Paraná. **FLORESTA**, v. 40, n. 3, p. 469–476, 2010.

WRI. VERENA: Valorização Econômica do Reflorestamento com Especies Nativas. **WRI BRASIL**, p. 40, 2017.

APÊNDICES

Planilha de Custos do Projeto de Plantio de Mudas (MUD) no Distrito Federal

Plantio de Mudas no Cerrado					
Período	Atividade	Custo			
		Quant.	Unidade	Valor unitário	Total
Planejamento	Profissional Sênior	19	hora	R\$ 43,75	R\$ 816,67
	Profissional Junior	37	hora	R\$ 33,33	R\$ 1.244,44
	Profissional de Campo	40	hora	R\$ 87,50	R\$ 3.500,00
Implantação	Cercamento da área				
	Total cercamento da Área (mourão, prego, arame farpado e mão de obra)	700	m linear	R\$ 1,10	R\$ 770,00
	Equipamentos				
	EPIs	5	unidade	R\$ 364,73	R\$ 1.823,65
	Ferramentas	1	jogo	R\$ 2.261,42	R\$ 904,57
	Aceiro				
	Trator com grade aradora + mão de obra + combustível	0,56	hectares	R\$ 1.939,49	R\$ 1.086,11
	Mudas				
	Preço da Muda	6000	unidade	R\$ 2,50	R\$ 15.000,00
	Tutor (bambu)	6000	unidade	R\$ 0,19	R\$ 1.140,00
	Preparo do Solo				
	Subsolagem	2,5	hectares	R\$ 400,00	R\$ 1.000,00
	Roçadeira acoplada em trator	2,5	hectares	R\$ 600,00	R\$ 1.500,00
	Frete do trator e grade	1	ida e volta	R\$ 500,00	R\$ 500,00
	Combate à formigas cortadeiras				
	Isca formicida	0,04	caixa	R\$ 294,00	R\$ 12,08
Mão de obra para aplicação	1	diária	R\$ 100,00	R\$ 100,00	
Adubação					
Adubo orgânico	12	tonelada	R\$ 100,00	R\$ 1.200,00	

Plantio de Mudras no Cerrado						
Período	Atividade	Custo				
		Quant.	Unidade	Valor unitário	Total	
	Frete trator	1	ida e volta	R\$ 500,00	R\$ 500,00	
	Aluguel de trator (incluso diesel, tratorista, trator e implemento)	1	dia	R\$ 1.000,00	R\$ 1.000,00	
	Frete adubo orgânico	1	frete	R\$ 500,00	R\$ 500,00	
	Adubo químico NPK 04-14-08	12	saco (50kg)	R\$ 80,00	R\$ 960,00	
	Plantio - Mão de obra					
	Almoço - Mão de Obra	20	marmita	R\$ 15,00	R\$ 300,00	
	Muda plantada (coveamento, adubação, plantio, tutoramento)	6000	mudas	R\$ 1,37	R\$ 8.220,00	
Manutenção	Monitoramento - Mão de obra					
	Mão de obra sênior	120	horas	R\$ 43,75	R\$ 5.250,00	
	Mão de obra júnior	240	horas	R\$ 33,33	R\$ 8.000,00	
	Profissional de campo	53	hora	R\$ 87,50	R\$ 4.666,67	
	Custo de medição das parcelas (relatório qualiquantitativo) - 1°	1	inventário	R\$ 640,00	R\$ 640,00	
	Combustível Transporte	24	viagens	R\$ 34,70	R\$ 832,80	
	Depreciação carro da GEO	14,80	horas	R\$ 0,31	R\$ 4,53	
	Custo de medição das parcelas (relatório qualiquantitativo) - 2°	1	inventário	R\$ 640,00	R\$ 640,00	
	Custo de medição das parcelas (relatório qualiquantitativo) - 3°	1	inventário	R\$ 640,00	R\$ 640,00	
	Atividades de manutenção					
	1° Coroamento de 50 cm (enxada) - 1°	6000	mudas	0,85	R\$ 5.100,00	
	2° Coroamento de 50 cm (enxada) - 2°	6000	mudas	0,85	R\$ 5.100,00	
	3° Coroamento de 50 cm (enxada) - 3°	6000	mudas	0,85	R\$ 5.100,00	
	4° Coroamento de 50 cm (enxada) - 4°	6000	mudas	0,85	R\$ 5.100,00	
	5° Coroamento de 50 cm (enxada) - 5°	6000	mudas	0,85	R\$ 5.100,00	
	Gradeamento					
	1° grade - Transporte do trator da GEO	1	ida e volta	R\$ 500,00	R\$ 500,00	
1° grade -Diária do tratorista	1	dia	R\$ 200,00	R\$ 200,00		
1° grade -Diesel trator da GEO	20	L	R\$ 3,37	R\$ 67,40		

Plantio de Mudas no Cerrado						
Período	Atividade	Custo				
		Quant.	Unidade	Valor unitário	Total	
	1° grade -Depreciação do trator da GEO	1	dia	R\$ 13,57	R\$ 13,57	
	1° grade -Aceiro	0,56	hectares	R\$ 312,39	R\$ 174,94	
	2°, 3° e 4° grade	-	-	-	R\$ 2.867,73	
	Combate à formigas cortadeiras - 2 anos					
	Isca formicida	1	caixa	R\$ 294,00	R\$ 294,00	
	Mão de obra para aplicação	12	diária	R\$ 100,00	R\$ 1.200,00	
	1° Replântio					
	Mudas 42% após a primeira seca	2520	mudas	R\$ 2,50	R\$ 6.300,00	
	Tutor (bambu)	2520	tutor	R\$ 0,19	R\$ 478,80	
	Mão de obra plantio após a primeira seca	2520	mudas	R\$ 1,31	R\$ 3.301,20	
	Insumos (adubo químico e orgânico)	2520	mudas	R\$ 0,69	R\$ 1.747,20	
	Mudas 30% final para entrega	1800	mudas	R\$ 1,40	R\$ 2.520,00	
	Tutor (bambu)	1800	tutor	R\$ 0,19	R\$ 342,00	
	Mão de obra plantio para entrega	1800	mudas	R\$ 1,31	R\$ 2.358,00	
	Insumos (adubo químico e orgânico)	1800	mudas	R\$ 0,69	R\$ 1.248,00	
Total custos:					R\$ 111.864,37	
Total custos/ha:					R\$ 44.745,75	

Planilha de Custos do Projeto de Semeadura Direta (SED) no Distrito Federal

Semeadura Direta no Cerrado						
Período	Atividade	Custo				
		Quant.	Unidade	Valor unitário	Total	
Planejamento	Profissional Sênior	29	hora	R\$ 43,75	R\$ 1.283,33	
	Profissional Junior	59	hora	R\$ 33,33	R\$ 1.955,56	
	Profissional de Campo	40	hora	R\$ 87,50	R\$ 3.500,00	
Implantação	Cercamento da área					
	Total cercamento da Área (mourão, prego, arame farpado e mão de obra)	2578	m linear	R\$ 1,10	R\$ 2.835,80	
	Equipamentos					
	EPIs	7	uni	R\$ 364,73	R\$ 2.553,11	
	Ferramentas	1	jogo	R\$ 2.261,42	R\$ 904,57	
	Queima controlada + Aceiro Negro					
	1 chefe de esquadrão	1	diária	R\$ 150,00	R\$ 150,00	
	5 Brigadistas	5	brigadistas	R\$ 100,00	R\$ 500,00	
	Combustível (L200 equipada com um tanque 500L de água e moto bomba)	1	dia	R\$ 100,00	R\$ 100,00	
	Combustível para moto bomba	1	dia	R\$ 20,00	R\$ 20,00	
	Combustível para turbo sobro	1	dia	R\$ 10,00	R\$ 10,00	
	Combustível para pinga fogo (diesel e gasolina)	1	dia	R\$ 20,00	R\$ 20,00	
	Alimentação	1	dia	R\$ 90,00	R\$ 90,00	
	Aceiro					
	Trator com grade aradora + mão de obra + combustível	1,0312	há	R\$ 1.939,49	R\$ 2.000,00	
	Preparo do Solo					
	1° Arado de disco área total	10	hectares	R\$ 1.200,00	R\$ 12.000,00	
1° Gradeamento área total	10	hectares	R\$ 444,44	R\$ 4.444,44		
2° Gradeamento área total	10	hectares	R\$ 444,44	R\$ 4.444,44		

Semeadura Direta no Cerrado						
Período	Atividade	Custo				
		Quant.	Unidade	Valor unitário	Total	
	Compra de Sementes					
	Valor de compra das sementes	983,80	kg	R\$ 19,06	R\$ 18.751,54	
	Compra de estilosantes	60	kg	R\$ 28,56	R\$ 1.713,60	
	Transporte das Sementes até galpão de armazenamento					
	Frete Brasília - Alto Paraíso	492	km	R\$ 1,42	R\$ 700,00	
	Ajudante	1	diária	R\$ 70,00	R\$ 70,00	
	Brasília - Local do Plantio	211,27	km	R\$ 1,42	R\$ 300,00	
	Ajudante	1	diária	R\$ 70,00	R\$ 70,00	
	Armazenamento das sementes					
	2 Containers	7	meses	R\$ 960,00	R\$ 7.720,00	
	Galpão	9	meses	R\$ 480,00	R\$ 4.320,00	
	Irrigação					
	Trator comboio + mão de obra + água	10	hectares	R\$ 488,10	R\$ 4.880,95	
	Plantio					
	Execução da Semeadura	10	hectares	R\$ 100,00	R\$ 1.000,00	
	Transporte do Trator da GEO	1	ida e volta	R\$ 500,00	R\$ 500,00	
	Depreciação do trator da GEO	6	dia	R\$ 13,57	R\$ 81,44	
	Diesel trator da GEO	6	dias	R\$ 27,40	R\$ 164,40	
	Caminhões de areia	2	caminhões	R\$ 666,94	R\$ 1.333,87	
	Aluguel de banheiro químico	1	banheiro	R\$ 500,00	R\$ 500,00	
	Container para armazenamento sementes em campo	1	container	R\$ 880,00	R\$ 880,00	
	Mão de Obra Alto Paraíso					
	Diária	16	diária trabalho	R\$ 150,00	R\$ 4.800,00	
	Passagem	4	passagens	R\$ 80,00	R\$ 320,00	
	Hospedagem	14	diária hotel	R\$ 45,00	R\$ 630,00	

Semeadura Direta no Cerrado						
Período	Atividade	Custo				
		Quant.	Unidade	Valor unitário	Total	
	Alimentação almoço	12	almoço	R\$ 16,42	R\$ 197,00	
	Alimentação jantar	14	janta	R\$ 12,00	R\$ 168,00	
	Mão de obra Brasília					
	Diária	26	diária trabalho	R\$ 130,00	R\$ 3.380,00	
	Alimentação almoço	30	almoço	R\$ 16,42	R\$ 492,50	
	Vigia para noite	7	diárias	R\$ 140,00	R\$ 980,00	
	Alimentação vigia	6	janta	R\$ 16,42	R\$ 98,50	
Manutenção	Resemeadura					
	Transporte do Trator da GEO	1	ida e volta	R\$ 500,00	R\$ 500,00	
	Depreciação do trator da GEO	5	dia	R\$ 13,57	R\$ 67,87	
	Diária do Tratorista	5	dia	R\$ 200,00	R\$ 1.000,00	
	Diesel trator da GEO	5	dias	R\$ 67,40	R\$ 337,00	
	Container p/ armazenamento sementes em campo	1	container	R\$ 880,00	R\$ 880,00	
	Mão de obra Brasília					
	Diária	20	diária trabalho	R\$ 130,00	R\$ 2.600,00	
	Alimentação almoço	20	almoço	R\$ 16,42	R\$ 328,33	
	Herbicida em área total com pulverizador					
	1° Aplicação mecanizada de herbicida	10	hectares	R\$ 500,00	R\$ 5.000,00	
	Diesel trator da GEO	10	hectares	R\$ 4,23	R\$ 42,26	
	Herbicida + óleo mineral	10	hectares	R\$ 110,88	R\$ 1.108,80	
	Depreciação do trator da GEO	4	dia	R\$ 13,57	R\$ 54,29	
	2° Aplicação mecanizada de herbicida	10	hectares	R\$ 500,00	R\$ 5.000,00	
Diesel trator da GEO	10	hectares	R\$ 4,23	R\$ 42,26		
Herbicida + óleo mineral	10	hectares	R\$ 110,88	R\$ 1.108,80		
Depreciação do trator da GEO	4	Dia	R\$ 13,57	R\$ 54,29		

Semeadura Direta no Cerrado						
Período	Atividade	Custo				
		Quant.	Unidade	Valor unitário	Total	
	Monitoramento					
	Mão de obra sênior	120	hora	R\$ 43,75	R\$ 5.250,00	
	Mão de obra júnior	240	hora	R\$ 33,33	R\$ 8.000,00	
	Profissional de Campo	53	hora	R\$ 87,50	R\$ 4.666,67	
	Combustível Transporte	24	viagens	R\$ 45,50	R\$ 1.092,00	
	Depreciação do carro da GEO	48	horas	R\$ 0,31	R\$ 14,69	
	1° Inventário	1	inventário	R\$ 800,00	R\$ 800,00	
	2° Inventário	1	inventário	R\$ 800,00	R\$ 800,00	
	3° Inventário	1	Inventário	R\$ 800,00	R\$ 800,00	
	Capina Seletiva do Andropogon					
	2018 - Mão de obra	10	hectares	220	R\$ 2.200,00	
	2019 - Mão de obra	10	hectares	220	R\$ 2.200,00	
Total custos:					R\$ 134.810,32	
Total custos/ha:					R\$ 13.481,03	