



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOLOGIA

***Determinação isotópica pelo método U-Pb em zircão com aplicação em padrões geológicos***

DISSERTAÇÃO Nº 339  
KARIN VOLL

BRASÍLIA – DF  
2015



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

***Determinação isotópica pelo método U-Pb em zircão com aplicação em padrões geológicos***

**DISSERTAÇÃO Nº 339**

**KARIN VOLL**

**Área de Concentração: Geoquímica**

**Orientador:** Prof. Dr. Farid Chemale Jr.

**Banca examinadora:**

Prof. Dr. Ivo A. Dussin

Prof. Dr. Márcio M. Pimentel

**BRASÍLIA – DF  
2015**

**Ao vovô**

*(in memoriam)*

“O que faz as coisas pararem no tempo é a saudade.”

(Mário Quintana)

## **Agradecimentos:**

Ao Laboratório de Geocronologia da UnB, pela infraestrutura fornecida para minha formação.

Ao CNPq, pela concessão da bolsa.

Aos professores Elton Dantas e Márcio Martins Pimentel, pela acolhida no Laboratório de Geocronologia e pelo espaço cedido para o desenvolvimento do trabalho, além das discussões enriquecedoras.

Ao IG, pelo excelente programa de pós-graduação, em especial aos professores, Bernhardt Manfred Bühn, José Affonso Brod, Márcia Abraão Moura, Massimo Matteini e Nilson Francisquini Botelho.

Ao querido professor Carlos Maurício Noce (*in memoriam*), por me mostrar a beleza da geologia isotópica e me incentivar quando desejei seguir este caminho. Sempre sentirei sua falta.

Ao professor Ivo Dussin, por me acolher e me direcionar a este trabalho e pelos conselhos, discussões e intervenções inestimáveis.

Ao professor Farid Chemale Jr. pela orientação, pelo aprendizado e independência oferecidos, pelo cuidado e dedicação.

Ao professor Antônio Carlos Pedrosa Soares, o Calota, meu orientador pra vida toda, pelo carinho, conselhos e cuidado constante.

À Bárbara Alcântara Ferreira Lima, pela fundamental participação, como mentora e amiga.

Aos colegas do Laboratório de Geocronologia, pelo excelente ambiente de trabalho e pela amizade e apoio. Em especial ao professor Koji Kawashita e aos colegas Érico Zacchi, Luiz Henrique Mancini e Felipe Valença, pelas discussões e contribuições.

A minha mãe, Eliane, por tudo o que sou, por todo o amor, cuidado e pelo apoio em todas as etapas da minha vida.

A minha família, em especial vovô Hans (*in memoriam*) e vovó Marlene, pelo carinho imenso e incondicional e pela inspiração para sempre buscar o melhor.

Aos amigos de Belo Horizonte, que fizeram cada volta para casa mais divertida, sinto muito a falta de vocês.

Aos amigos em Brasília, em especial Isadora, Eros, Murilo e Ítalo, por tornarem Brasília minha casa muito antes do que eu achava possível.

Ao Gustavo, por tornar esse processo todo muito menos estressante, por me dar tranquilidade e me motivar nos momentos mais difíceis, por estar ao meu lado o tempo todo.

NEARLY 4.5 BILLION YEARS AGO,  
EARTH HAD LIQUID WATER.



BUT ALL THE CRUST OLDER  
THAN 3.5 BILLION YEARS  
HAS BEEN RECYCLED INTO  
THE MANTLE BY SUBDUCTION.

A BILLION YEARS OF THE  
STRATIGRAPHIC RECORD,  
THE MEMORY OF THE HILLS,  
IS FOREVER LOST TO US.



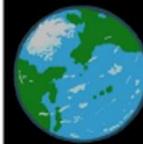
WHAT WAS IT *LIKE* HERE,  
FOUR BILLION YEARS AGO?

EARTH,



WHAT *SECRETS*  
DO YOU HAVE?

come  
closer



*i'll never  
tell.*



ALL WE HAVE ARE THESE STUPID TANTALIZING ZIRCONS  
AND THE SCARS ON THE FACE OF THE MOON

## Resumo

Datações *in situ* de U-Pb em zircão são extremamente úteis pela sua rapidez na geração dos dados e relativas exatidão. Neste trabalho foram realizadas análises de U-Th-Pb com uso do método LA-MC-ICPMS em cristais de zircão imageados por CL e SEM de amostras desconhecidas e padrão interno de referência (PAD1) em seu estado natural e submetidos a um tratamento térmico a 1000°C por 48 horas. A reprodutibilidade, exatidão e precisão dos dados isotópicos foram controladas pelo uso de um padrão *master* GJ-1 e dois sub-padrões utilizados como amostras desconhecidas, 91500 e Mud Tank. Análise das imagens de cristais de zircão do padrão interno (PAD1) e das amostras Jaú6 e Paranã2 mostram que os cristais em seu estado natural apresentam cores mais escuras e maiores imperfeições, enquanto os cristais tratados termicamente mostram um padrão mais límpido e cores azuladas devido a mudanças na estrutura molecular do zircão. Os resultados obtidos do padrão GJ-1 conferem incertezas de  $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb} = 0,37\%$  e  $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U} = 0,92\%$  ( $2\sigma$ ) e razões bem próximas àquelas obtidas por ID-TIMS. O sub-padrão 91500 apresentou resultados isotópicos confiáveis, com idade média de  $1066 \pm 14 \text{Ma}$  (incerteza = 1,3%,  $2\sigma$ , 95% de conf.,  $n=60$ ), enquanto o sub-padrão Mud Tank apresentou erros analíticos elevados e não é recomendado para utilização como sub-padrão nas condições operacionais deste trabalho. Os resultados do PAD1 são similares tanto para amostra natural como para tratada termicamente com idades de  $710 \pm 12 \text{Ma}$  e  $711 \pm 15 \text{Ma}$ , respectivamente. Observa-se que tanto os cristais naturais (PAD1-a), como aqueles aquecidos termicamente (PAD1-bb) com concentrações maiores de Pb (12-15ppm) e de U (70-95ppm) são os que apresentam o menor erro individual nas razões de  $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$  e  $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ . As amostras Jaú6 e Paranã2 apresentam idades um pouco mais elevadas quando tratadas termicamente e com razões de  $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$  menores quando comparadas com as mesmas razões da amostra natural. Tal fato sugere que há uma modificação na estrutura do zircão quando aquecido sendo assim detectável com o uso do método LA-MC-ICPMS. Estudos complementares como análise espectroscópica de Raman e aplicação de abrasão química com HF nos zircões após o tratamento térmico poderão auxiliar no entendimento do processo de aquecimento e produzir dados com melhor resolução, com o emprego do método LA-ICP-MS.

## Abstract

*In situ* U-Pb zircon dating is extremely useful due to the fast generated data and relative accuracy. This work presents U-Th-Pb analysis by LA-MC-ICPMS (Laser Ablation – Multi Collector – Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry) method in unknown samples and an in house reference material (PAD1) in natural state and submitted to a high temperature treatment at 1000°C for 48 hours, all imaged through CL and SEM. Data reproducibility, accuracy and precision were controlled by GJ-1 master standard and 91500 and Mud Tank as 2 sub-standards, used in unknown sample positions. In house standard (PAD1) and samples Jaú6 and Paranã2 image examination show that natural state crystals have darker brownish colors and bigger flaws, while annealed crystals show clearer patterns and lighter blue colors due to molecular structure changes on zircon crystals. The GJ-1 produced isotopic ratios similar to those generated by ID-TIMS analysis, with reproducibility of 0,37% for the  $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$  ratio and 0,92% for the  $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$  ratio ( $2\sigma$ ). The 91500 yielded an age of  $1066\pm 14\text{Ma}$  (uncertainty = 1,3%,  $2\sigma$ , 95% conf.,  $n=60$ ) whereas the Mud Tank standard had high analytical errors and cannot be regarded as a geological standard with the operational used in this work. PAD1 results are very close for both the natural and the annealed samples, with  $710\pm 12\text{Ma}$  e  $711\pm 15\text{Ma}$  ages, respectively. On both samples, crystals with higher Pb (12-15ppm) and U (70-95ppm) concentrations show smaller individual error on  $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$  and  $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$  ratios. Annealed portions of Jaú6 and Paranã2 samples both showed older ages and smaller  $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$  ratios in comparison with unannealed samples. This suggests that there is a laser ablation detectable structural modification on the annealed zircon structure. Further studies, using chemical abrasion as an addition to the annealing and Raman spectroscopy, can provide better understanding on the annealing process and improve the data resolution, using the LA-MC-ICPMS method.

## Sumário:

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>13</b>
<b>1.1</b>	<b>RELEVÂNCIA DO ESTUDO .....</b>	<b>13</b>
<b>1.2</b>	<b>OBJETIVOS .....</b>	<b>14</b>
<b>2</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>15</b>
<b>2.1</b>	<b>PRINCÍPIOS BÁSICOS DOS MÉTODOS DE DATAÇÃO .....</b>	<b>15</b>
<b>2.2</b>	<b>DECAIMENTO RADIOATIVO DO URÂNIO .....</b>	<b>15</b>
<b>2.3</b>	<b>EVOLUÇÃO HISTÓRICA DOS MÉTODOS DE DATAÇÃO U-Pb .....</b>	<b>17</b>
<b>2.4</b>	<b>ABLAÇÃO A LASER .....</b>	<b>18</b>
<b>2.5</b>	<b>APLICAÇÕES DO MÉTODO.....</b>	<b>18</b>
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA .....</b>	<b>19</b>
<b>3.1</b>	<b>ESCOLHA DAS AMOSTRAS E PADRÕES .....</b>	<b>19</b>
<b>3.2</b>	<b>PREPARAÇÃO DE AMOSTRA .....</b>	<b>20</b>
<b>3.3</b>	<b>CATODOLUMINESCÊNCIA (CL) .....</b>	<b>22</b>
<b>3.4</b>	<b>ESPECTROMETRIA DE MASSA .....</b>	<b>22</b>
<b>3.5</b>	<b>TRATAMENTO DOS RESULTADOS .....</b>	<b>23</b>
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES.....</b>	<b>24</b>
<b>4.1</b>	<b>TRATAMENTO TÉRMICO.....</b>	<b>24</b>
<b>4.1.1</b>	<b>CATODOLUMINESCÊNCIA (CL).....</b>	<b>26</b>
<b>4.2</b>	<b>ANÁLISES ISOTÓPICAS.....</b>	<b>28</b>
<b>4.2.1</b>	<b>PADRÃO PRINCIPAL GJ-1 .....</b>	<b>28</b>
<b>4.2.2</b>	<b>PADRÕES INTERNOS OU SUB-PADRÕES.....</b>	<b>29</b>
<b>4.2.2.1</b>	<b>Padrão Mud Tank.....</b>	<b>29</b>
<b>4.2.2.2</b>	<b>Padrão 91500.....</b>	<b>30</b>
<b>4.2.3</b>	<b>AMOSTRAS .....</b>	<b>32</b>
<b>4.2.3.1</b>	<b>PAD1 .....</b>	<b>32</b>
<b>4.2.3.2</b>	<b>Jaú6 .....</b>	<b>37</b>
<b>4.2.3.3</b>	<b>Paraná2.....</b>	<b>42</b>
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO .....</b>	<b>47</b>
<b>6</b>	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>49</b>
<b>7</b>	<b>LISTA DE APÊNDICES .....</b>	<b>52</b>

## Lista de Figuras

Figura 1: Séries de decaimento radioativo dos isótopos  $^{238}\text{U}$  e  $^{235}\text{U}$ , cada círculo contém o símbolo do isótopo e sua meia-vida em segundos (s), minutos (m), horas (h), dias (d), anos (yr), milhares de anos (ka), milhões de anos (Ma) ou bilhões de anos (Ba) (modificado de Allègre, 2008)..... 16

Figura 2: Fotografias ilustrativas do processo de seleção manual dos cristais de zircão. a) Concentrado de cristais de zircão, com os cristais selecionados organizados próximos à agulha utilizada como ferramenta. b) Detalhe para cristais selecionados. Os critérios para escolha dos cristais bem formados incluem tamanho, hábito (preferência para cristais euédricos a subédricos, quando possível) e quantidade de fraturas visíveis no interior do cristal. ....21

Figura 3: Fotografia dos *Mounts* de zircão, prontos para análise. Os *mounts* indicados com a letra “a” foram montados a partir de cristais em seu estado natural e os *mounts* indicados com as letras “b” e “bb” foram montados a partir de cristais submetidos ao tratamento térmico.....21

Figura 4: Alterações sutis visíveis em lupa nas amostras submetidas a tratamento térmico. Na parte inferior das figuras 4a,4b, 4c e 4d estão alguns cristais de zircão em maior resolução para destacar os aspectos de cor, transparência e eventuais inclusões a) Amostra Jaú6b antes do tratamento térmico. b) Amostra Jaú6b depois do tratamento térmico. Os cristais ficaram mais claros e transparentes, alguns ficaram leitosos e destacaram as inclusões. c) Amostra Paranã2b antes do tratamento térmico. d) Amostra Paranã2b depois do tratamento térmico. Os cristais ficaram mais claros e transparentes, alguns ficaram leitosos e destacaram as inclusões.....24

Figura 5: Fotografias em lupa da amostra PAD1 antes e depois de submetida ao tratamento térmico na mufla. a) Cristais antes do tratamento térmico, com cor forte e grau de transparência variável. b) Como resultado do tratamento térmico, os cristais ficaram incolores, tornando mais fácil a visualização de outros minerais incrustados e do grau de fraturamento de cada cristal. Os cristais mais fraturados possuem aparência mais fosca e turva. ....25

Figura 6: Amostra PAD1b, após o tratamento térmico. A amostra foi dividida em três alíquotas de acordo com sua qualidade e foram escolhidos três cristais de cada alíquota para compor o *mount* que foi analisado. a) Alíquota com os cristais mais transparentes, menos fraturados e menor quantidade de inclusões minerais. b) Alíquota com os cristais de qualidade

intermediária. c) Alíquota com os cristais mais fraturados e maior quantidade de inclusões minerais. d) *Mount* preparado com 3 cristais de cada alíquota. .... 25

Figura 7: Diferenças entre alíquotas submetidas e não submetidas a tratamento térmico observadas em CL, as imagens coloridas são a composição dos canais RGB (*Red, Green, Blue*), as imagens em tons de cinza foram obtidas através da soma dos canais RGB. a) Cristais da amostra Jaú6-a, alíquota da amostra não submetida ao tratamento térmico. b) Cristais da amostra Jaú6b, alíquota da amostra submetida ao tratamento térmico. c) Cristais da amostra Paranã2-a, alíquota da amostra não submetida ao tratamento térmico. d) Cristais da amostra Paranã2-b, alíquota da amostra submetida ao tratamento térmico. e) Cristais da amostra PAD1a, alíquota da amostra não submetida ao tratamento térmico. f) Cristais da amostra PAD1b, alíquota da amostra submetida ao tratamento térmico. .... 27

Figura 8: Compilação das razões  $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$  e  $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$  em todas as análises. O comprimento das barras vermelhas representa o intervalo de idade incluindo a incerteza ( $2\sigma$ ). A linha verde ao fundo representa a média ponderada das idades. a) A média da razão  $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$  foi de 0,09690, com incerteza de 0,92% para n=47. b) A média da razão  $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$  foi de 0,05717, com incerteza de 0,37% para n=51. .... 29

Figura 9: Imagem obtida por CL de cristais da amostra PAD1-a (natural), com spots analisados e as respectivas idades. a) Zircão 4, com 3 spots destacados. b) Zircão 5, com 3 spots destacados..... 33

Figura 10: Diagrama de concórdia mostrando a idades obtida para os spots selecionados da amostra PAD1-a. As dimensões das elipses representam os erros..... 33

Figura 11: Imagem obtida por CL Do cristal identificado com Z6 na amostra PAD1-bb (com tratamento térmico), com indicação dos *spots* analisados e as respectivas idades. 1: Z6 Spot 1 –  $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$  - 685±44Ma.; 2: Z6 Spot 2 –  $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$  - 701±42Ma; 3: Z6 Spot 3 –  $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$  - 696±25Ma; 4: Z6 Spot 4 –  $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$  - 708±29Ma; 5: Z6 Spot 5 –  $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$  - 697±42Ma; 6: Z6 Spot 6 –  $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$  -690±28Ma. .... 34

Figura 12: Diagrama de concórdia mostrando a idades obtida para os spots selecionados da amostra PAD1-bb. As dimensões das elipses representam os erros. .... 35

Figura 13: Imagem obtida por CL Do cristal identificado com Z6 na amostra Jaú6-a, com indicação dos spots analisados e as respectivas idades. 1: Z1 -  $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$  - 2056±27Ma.; 2: Z2 -  $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$  - 2053±48Ma; 3: Z2A -  $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$  - 2083±37Ma; 4: Z3 -  $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$  - 2118±107Ma; 5: Z3A -  $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$  - 2085±71Ma. .... 38

Figura 14: Gráfico das idades $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ para os cristais da amostra Jaú6-a. O comprimento das barras vermelhas representa o intervalo de idade incluindo o erro. A linha verde ao fundo representa a média ponderada das idades. ....	38
Figura 15: Diagrama de concórdia mostrando a idade de intercepto superior obtida para os <i>spots</i> selecionados da amostra Jaú6-a. As dimensões das elipses representam os erros. ....	39
Figura 16: Imagem obtida por CL Do cristal identificado com Z6 na amostra Jaú6-b, com indicação dos spots analisados e as respectivas idades. 1: Z37C - $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ - 2054±87Ma; 2: Z37B - $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ - 2080±33Ma; 3: Z37A - $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ - 2070±38Ma; 4: Z36N - $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ - 2054±56Ma; 5: Z36B1 - $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ - 2068±44Ma; : 6: Z36B2 - $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ - 2002±56Ma.....	40
Figura 17: Diagrama de concórdia mostrando a idade de intercepto superior obtida para os <i>spots</i> selecionados da amostra Jaú6-b. As dimensões das elipses representam os erros. ....	40
Figura 18: Imagem obtida por CL Do cristal identificado com Z6 na amostra Paranã2-a, com indicação dos spots analisados e as respectivas idades. 1: Z9N - $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ - 2132±21Ma; 2: Z9B - $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ - 2157±27Ma; 3: Z10N - $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ - 2157±27Ma; 4: Z10B - $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ - 2187±27Ma; 5: Z11B - $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ - 2187±22Ma. ....	43
Figura 19: Gráfico das idades $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ para os cristais da amostra Paranã2-a. O comprimento das barras vermelhas representa o intervalo de idade incluindo o erro. A linha verde ao fundo representa a média ponderada das idades. ....	43
Figura 20: Diagrama de concórdia mostrando a idade de intercepto superior obtida para os <i>spots</i> selecionados da amostra Paranã2-a. As dimensões das elipses representam os erros. ....	44
Figura 21: Imagem obtida por CL Do cristal identificado com Z6 na amostra Paranã2-a, com indicação dos spots analisados e as respectivas idades. 1: Z28N - $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ - 2213±65Ma; 2: Z28B - $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ - 2306±136Ma; 3: Z23B - $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ - 2194±38Ma; 4: Z23N - $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ - 2174±31Ma; 5: Z22 - $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ - 2190±27Ma.....	45
Figura 22: Diagrama de concórdia mostrando a idade de intercepto superior obtida para os <i>spots</i> selecionados da amostra Paranã2-b. As dimensões das elipses representam os erros. ....	45

## Lista de tabelas

Tabela 1: Isótopos de meia-vida longa adequados para datação de materiais geológicos, seus respectivos valores de meia-vida e isótopos filhos correspondentes. ....	15
Tabela 2: Configuração de coletores do MC-ICPMS Finnigan Neptune do Laboratório de Geocronologia da UnB. A coluna “Tipo” mostra os coletores presentes em cada posição, os coletores IC ( <i>ion counter</i> ) são coletores de alta sensibilidade. ....	22
Tabela 3: Tabela com a configuração de coletores utilizada no método de análise U-Pb no laboratório de Geocronologia da UnB. ....	23
Tabela 4: Tabela contendo as condições gerais das análises executadas. ....	23
Tabela 5: Média das razões e desvios padrão para as leituras do padrão GJ1 em cada amostra analisada. ....	28
Tabela 6: Resumo dos dados do sub-padrão Mud Tank (MT). O campo amostra se refere à amostra desconhecida utilizada na análise de onde os dados foram retirados. Idades representadas com confiança de $2\sigma$ (95%), exceto quando expresso em contrário. ....	29
Tabela 7: Resumo dos dados do sub-padrão 91500. O campo amostra se refere à amostra desconhecida utilizada na análise de onde os dados foram retirados. Idades representadas com confiança de 95%, exceto quando expresso em contrário. ....	31
Tabela 8: Resumo dos dados da amostra PAD1, a alíquota PAD1-a foi analisada em seu estado natural e a alíquota PAD1-b foi submetida ao tratamento térmico. Idades representadas com confiança de 95%, exceto quando expresso em contrário. ....	36
Tabela 9: Resumo dos dados da amostra Jaú6, a alíquota Jaú6-a foi analisada em seu estado natural e a alíquota Jaú6-b foi submetida ao tratamento térmico. Idades representadas com confiança de 95%, exceto quando expresso em contrário. ....	41
Tabela 10: Resumo dos dados da amostra Paranã2, a alíquota Paranã2-a foi analisada em seu estado natural e a alíquota Paranã2-b foi submetida ao tratamento térmico. Idades representadas com confiança de 95%, exceto quando expresso em contrário. ....	46

## 1 Introdução

Os sistemas de decaimento radioativo de meia-vida longa são os únicos capazes de fornecer dados confiáveis para quantificação do tempo geológico e da organização coerente do registro geológico. Dentre eles, o sistema de decaimento U-Pb sempre foi muito importante para os estudos geológicos, já que a meia-vida dos radionuclídeos naturais de urânio é longa o suficiente para abranger toda a história da Terra e curta o suficiente para que isótopos radioativo e radiogênico possam ser quantificados em minerais que concentram urânio (Davis *et al.*, 2003).

Os melhores geocronômetros conhecidos são fornecidos pelos sistemas de decaimento dos isótopos de U e Th para isótopos estáveis de Pb e são a base de vários de métodos de datação. Neste trabalho, são destacados os métodos que utilizam minerais refratários para datação através da medida da abundância relativa de radionuclídeos naturais de urânio e chumbo, com ênfase para a espectrometria de massa com plasma indutivamente acoplado.

### 1.1 Relevância do Estudo

Com o desenvolvimento dos métodos de datação pontuais e a possibilidade de se obter um grande volume de dados em um período de tempo relativamente curto sem destruição completa das amostras, a Geologia brasileira se desviou dos métodos que envolvem preparação química e laboratórios com condições de limpeza extremas. Hoje porém, quando várias questões foram respondidas com a utilização destes métodos, se torna necessário voltar a atenção para aqueles que permitam uma resolução temporal e precisão maiores, para refinar os dados existentes principalmente em registros geológicos que envolvam limites de idade relevantes na Escala de Tempo Geológico.

No entanto, a utilização de padrões de referência (por exemplo: GJ-1, Mud-Tank, 91500, Pleisovice, Temora) na datação pontual é fundamental para reprodução de dados de amostras desconhecidas com exatidão. Em termos gerais, pode-se também utilizar a combinação de um padrão geológico ou artificial principal com um sub-padrão analisado como amostra desconhecida. O primeiro é utilizado para cálculos de *mass bias*, correção externa, cálculo de razão e estimativa de erros, enquanto o segundo é utilizado para avaliar a exatidão e precisão dos resultados obtidos pelo método LAM-ICPMS (microsonda a Laser acoplada a um Espectrômetro de Massa com Plasma Acoplado Indutivamente).

## 1.2 Objetivos

O objetivo desta pesquisa é mapear as heterogeneidades de cristais de zircão utilizados como padrão referência (padrão interno do Laboratório de Geocronologia, o zircão denominado PAD1) e de duas amostras desconhecidas em condições naturais e tratadas termicamente, por meio de imagens obtidas por CL e SEM e determinação isotópica dos elementos U e Pb, a fim de estabelecer: (i) critérios orientativos para seleção de cristais ou frações dos cristais do padrão interno para análises pelo método de Ablação a Laser em Espectrômetro de Massa Multicoletor com Plasma Acoplado Indutivamente (LA-MC-ICPMS); (ii) comparação dos resultados em amostras naturais e tratadas termicamente para fins de determinação de idade e erros analíticos.

## 2 Revisão Bibliográfica

### 2.1 Princípios básicos dos Métodos de Datação

A combinação de isótopos radioativos e radiogênicos em rochas e minerais permite a determinação de suas idades baseando-se nas leis da radioatividade, além de fornecer informações sobre a origem de rochas ígneas e a construção da crosta continental (Faure & Mensing, 2010). As idades estudadas nas geociências variam de milhares a bilhões de anos e, para que seu estudo seja eficaz, são necessários materiais variados (Allègre, 2008), cujos valores de meia-vida abrangem todas as ordens de grandeza desejadas (Tabela 1).

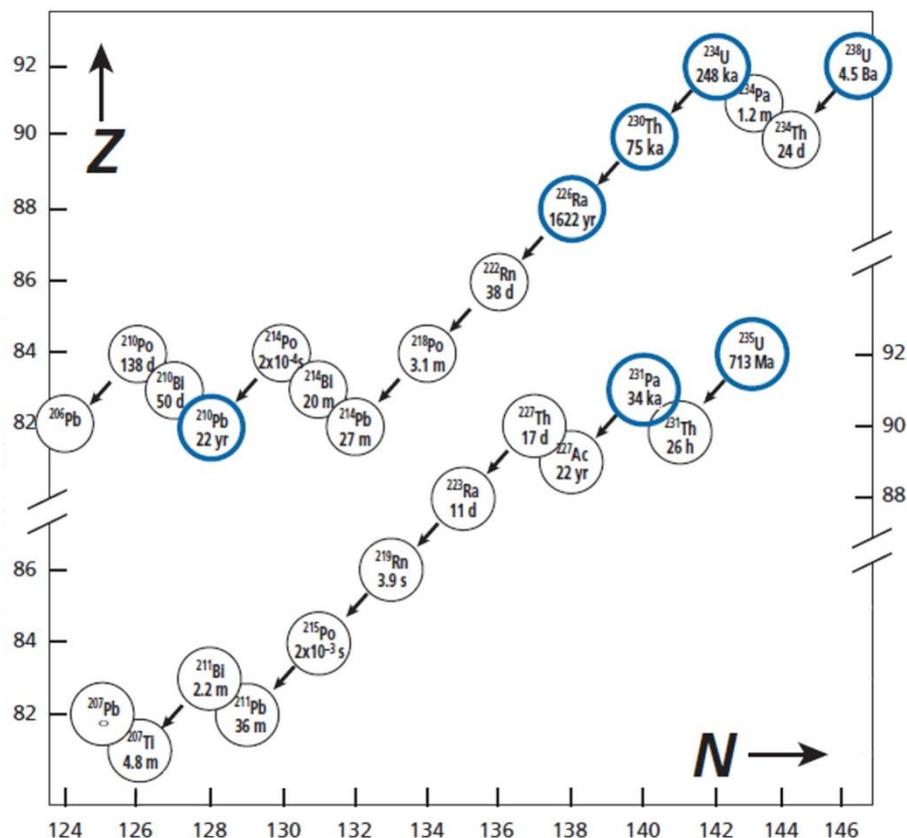
**Tabela 1:** Isótopos de meia-vida longa adequados para datação de materiais geológicos, seus respectivos valores de meia-vida e isótopos filhos correspondentes.

Isótopo Pai	Meia-vida (10 <sup>9</sup> anos)	Isótopo Filho
<sup>40</sup> K	11,9	<sup>40</sup> Ar
<sup>87</sup> Rb	48,8	<sup>87</sup> Sr
<sup>147</sup> Sm	106	<sup>143</sup> Nd
<sup>176</sup> Lu	36	<sup>176</sup> Hf
<sup>187</sup> Re	41	<sup>187</sup> Os
<sup>232</sup> Th	14	<sup>208</sup> Pb
<sup>235</sup> U	0,704	<sup>207</sup> Pb
<sup>238</sup> U	4,47	<sup>206</sup> Pb

Para que as idades obtidas tenham significado geológico, é necessário que haja equilíbrio isotópico no sistema no momento de sua formação e que este permaneça fechado até o tempo presente, ou seja, que o sistema não ganhe nem perca isótopos pai ou filho durante sua evolução. A violação de qualquer destas condições é a principal fonte de erros em análises isotópicas (Lima, 2006).

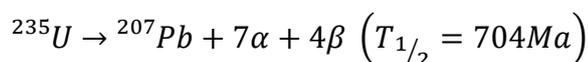
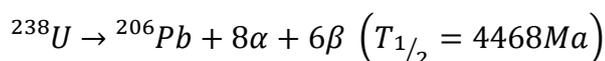
### 2.2 Decaimento Radioativo do Urânio

Os isótopos de urânio existentes na natureza sofrem sucessivas emissões de partículas alfa e beta que produzem alterações nucleares gerando isótopos radioativos intermediários de meia-vida mais curta. A série de decaimento radioativo do <sup>238</sup>U tem como nuclídeo estável o <sup>206</sup>Pb e a série de decaimento radioativo do <sup>235</sup>U tem como nuclídeo estável o <sup>207</sup>Pb (Figura 1).



**Figura 1:** Séries de decaimento radioativo dos isótopos  $^{238}\text{U}$  e  $^{235}\text{U}$ , cada círculo contém o símbolo do isótopo e sua meia-vida em segundos (s), minutos (m), horas (h), dias (d), anos (yr), milhares de anos (ka), milhões de anos (Ma) ou bilhões de anos (Ba) (modificado de Allègre, 2008).

Os minerais que concentram urânio possuem quantidades dos isótopos radioativos e radiogênicos do sistema U-Pb para que ambos fossem medidos com as tecnologias disponíveis há um século. Com a descoberta de que o sistema de decaimento do urânio é parado surgiu a possibilidade de duas determinações de idade através da medida dos mesmos elementos como é possível observar nas reações a seguir:



Onde  $^{238}\text{U}$ ,  $^{235}\text{U}$ ,  $^{206}\text{Pb}$  e  $^{207}\text{Pb}$  representam o número de mols de átomos de cada isótopo,  $\alpha$  representa o número de mols de partículas alfa e  $\beta$  o número de mols de partículas beta liberadas no processo de decaimento radioativo,  $T_{1/2}$  representa o tempo de meia vida do isótopo radioativo, em milhões de anos.

Se o sistema estiver fechado, as duas idades obtidas deverão ser iguais, ou seja, concordantes (Davis, William & Krogh, 2003).

### 2.3 Evolução histórica dos métodos de datação U-Pb

O zircão é um mineral que concentra urânio em quantidades mensuráveis e não comporta chumbo em sua estrutura cristalina. Além disso, ele se mantém total ou parcialmente como um sistema fechado quando submetido a diversos processos geológicos, preservando informações sobre os mesmos.

Com precisão de cerca de 10%, as primeiras datações bem sucedidas em zircão foram feitas a partir de 1952 através do método Pb- $\alpha$ , um método indireto que, com necessidade de menos de 1g de amostra, mediu o chumbo total por emissão atômica e o urânio por  $\alpha$ -counting.

Nas próximas décadas, acompanhando os avanços tecnológicos que permitiam maior precisão nos resultados e análises de amostras menores, estudos de problemas como a herança e discordância orientaram os avanços nas técnicas de datação. Os primeiros resultados que utilizavam cristais individuais para a datação foram alcançados ainda nos anos de 1960 (Coppens *et al.*, 1965), porém a dificuldade de obter precisão melhor que 10% na determinação das razões isotópicas fez com que estas técnicas demorassem mais alguns anos para ser mais bem exploradas.

Os procedimentos básicos para purificação de reagentes e preparação de amostras foram desenvolvidos na década de 1950 por Tilton e Patterson. Condições primitivas de sala limpa permitiam brancos de chumbo de cerca de 1 $\mu$ g (Krogh, 1973). A descoberta e o uso de ativadores de ionização nas décadas de 1970 e 1980 foi crucial para o aperfeiçoamento e progresso dos procedimentos analíticos envolvendo as séries de decaimento U-Pb.

Os maiores passos que permitiram demonstrar o potencial de precisão do método U-Pb foram dados por Krogh (1973). A criação das cápsulas de teflon, que são utilizadas até hoje com pequenas modificações, possibilitaram a dissolução de cristais de zircão em HF em bombas pressurizadas a altas temperaturas. As colunas de troca aniônica utilizadas para separação de U e Pb resultaram da miniaturização do processo. Por fim, o aperfeiçoamento do sistema de destilação *sub-boiling* em duas garrafas por Mattinson (1971) permitiu a preparação de reagentes com brancos de chumbo na ordem de picogramas por mililitro.

Análises em cristais individuais voltaram a ser exploradas e publicadas no final da década de 1970. No início dos anos 1980 os brancos de chumbo eram de cerca de 50pg e era possível analisar amostras de cerca de 1mg. A abrasão química por HF (Krogh & Davis, 1974, 1975) e a abrasão a ar (Krogh 1982), permitiram eliminar domínios discordantes e obter resultados concordantes a partir de amostras de diversos tipos. Com isto, resultados

discordantes deixaram de ser aceitáveis, assim como amostras de 1mg, levando a um impulso de evolução do método que envolveu todas as etapas da preparação de amostras até a análise. No final da década de 80, os brancos já tinham alcançado faixas de 1 a 2 $\mu$ g e, ao final do século, já era possível obter brancos de 0,2 a 0,8 $\mu$ g, o que representa uma queda de seis ordens de magnitude desde as primeiras tentativas de datação de cristais individuais na década de 60.

## 2.4 Ablação a Laser

O método de ablação a laser (Amplificação da luz por emissão estimulada de radiação), que consiste na interação de fótons de alta intensidade com material sólido para amostragem (Kosler & Sylvester, 2003), surgiu em 1985 e logo se tornou uma ferramenta importante para a determinação de elementos traço em amostras geológicas.

Um dos principais desafios para se conseguir idades acuradas é a escolha e aplicação das correções adequadas para eliminar *mass bias* e fracionamento elemental. Isso pode ser contornado utilizando-se um padrão externo de razões isotópicas conhecidas que é intercalado aos cristais da amostra desconhecida durante a análise. Outras correções possíveis são matemáticas e se baseiam na relação entre a profundidade do furo e a variação na razão Pb/U (Horn *et al.*, 2000 *in*: Kosler & Sylvester, 2003) e na determinação da razão no tempo  $t=0$  a partir de regressão linear (quando ocorre fracionamento de duas massas analisadas).

## 2.5 Aplicações do Método

As micro-análises possuem alta resolução espacial e podem datar diferentes eventos em um mesmo cristal de zircão. Suas aplicações mais importantes são a determinação de idade máxima de sedimentação e estudos de proveniência. O LA-MC-ICPMS é o método com melhor relação custo benefício, com o potencial de analisar de 3 a 5 vezes mais amostras que o SHRIMP, no mesmo tempo (Kosler & Sylvester, 2003). A idade de cristalização de rochas ígneas e idade de metamorfismo podem ser determinadas quando o erro analítico é pequeno o suficiente para que as análises sejam confiáveis, estas análises são importantes pela possibilidade de datação de núcleos herdados e bordas metamórficas e, assim como o SHRIMP, não são precisas, e portanto, não são capazes de diferenciar pequenos intervalos de tempo. Outra aplicação dos métodos pontuais é a discriminação de alvos para análises mais precisas.

### 3 Metodologia

#### 3.1 Escolha das amostras e padrões

As amostras escolhidas para utilização neste trabalho foram amostras com idade conhecida, devido à possibilidade de comparação e avaliação dos métodos escolhidos. Suas principais características são descritas abaixo:

A amostra PAD1 é um biotita-sodalita sienito identificado como amostra 2098 de idade  $696\pm 3\text{Ma}$ , obtida pelo método Pb-Pb em monocristal de zircão (Rosa *M.LS et al.*, 2003). Esta amostra é muito utilizada como sub-padrão em análises U-Pb por LA-MC-ICPMS no Laboratório de Geocronologia da UnB. Em Oliveira *et al.*, (2014) foram compilados os dados de 617 análises feitas entre o período de 2011 a 2013, excluídos 81 dados que possuem erro maior que 5% na razão  $^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$ , e concordância entre as idades  $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$  e  $^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$  menor que 95% ou maior que 105%. Esta compilação de 536 resultados mostrou variação nas idades de 610Ma a 780Ma, com média de  $685\pm 3\text{Ma}$  e idade mais provável de 673Ma.

Duas amostras desconhecidas, já datadas pelo método U-Pb LA-ICPMS, foram selecionadas para fins de comparação: (i) A amostra Jaú6 é um biotita gnaiss bandado com veios pegmatíticos com idade de  $2022\pm 14\text{Ma}$  (Fuck *et al.*, 2014); (ii) A amostra Paranã2 é um biotita gnaiss bandado de granulação fina e composição granodiorítica que possui idade concordante de  $2179\pm 11\text{Ma}$  (Fuck *et al.*, 2014).

Como padrão *master* (principal), foi escolhido o GJ1, por apresentar um comportamento mais estável durante as análises com LA-ICPMS e ser de tamanho maior que os demais padrões geológicos. A idade deste padrão é  $608,5\pm 0,5\text{Ma}$ , obtida pelo método ID-TIMS (Diluição Isotópica em Espectrômetro de Massa por Ionização Térmica), conforme apresentado por Jackson *et al.*, 2004).

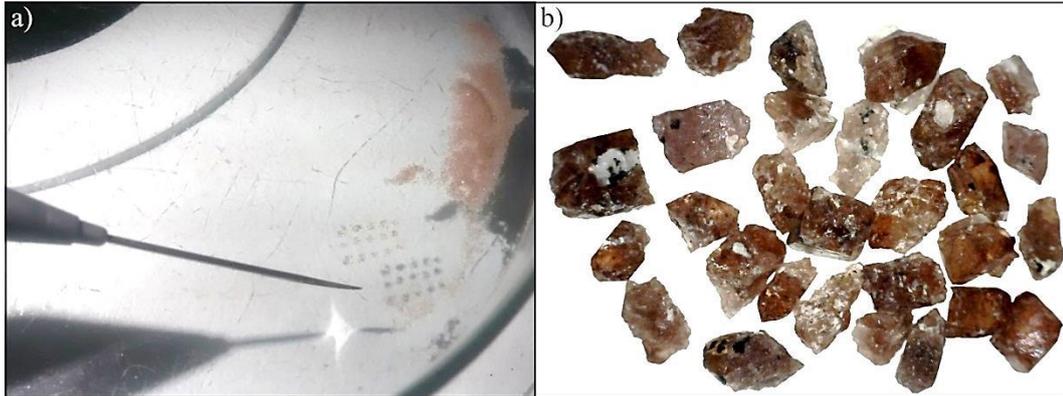
Outros dois padrões geológicos foram utilizados como sub-padrões ou padrões em posição de amostra desconhecida, que são os zircões 91500 e Mud Tank com idades U-Pb obtidas pelo método ID-TIMS de  $1065.4\pm 0,3\text{Ma}$  (Wiedenbeck *et al.*, 1995) e  $732\pm 5\text{Ma}$  (Black & Gulson, 1978), respectivamente.

### 3.2 Preparação de Amostra

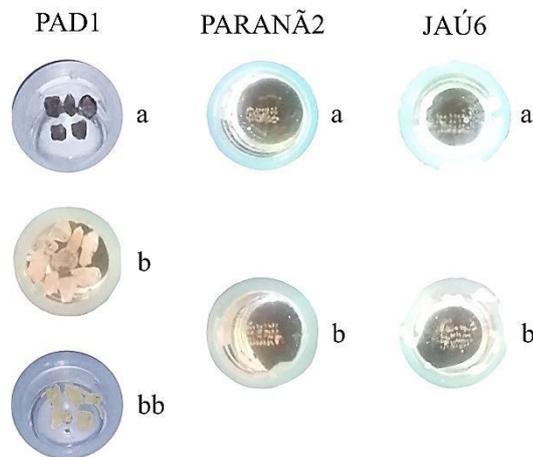
A separação e concentração dos minerais normalmente consistem de fragmentação, separação granulométrica, separação eletromagnética, separação por densidade e seleção manual. A rotina utilizada no Laboratório de Geocronologia da UnB é constituída das seguintes etapas:

- Fragmentação das amostras através de pulsos elétricos em alta tensão no equipamento Selfrag;
- O material fragmentado é peneirado para separar uma fração de granulometria entre 100 a 250 “*mesh*”, utilizando-se de moinho de disco e uma bateria de peneiras;
- Os minerais pesados, tais como zircão, baddeleyita, titanita, monazita, apatita etc., são concentrados por bateia a partir da fração selecionada no item anterior;
- Os minerais magnéticos, tais como magnetita e pirrotita, são removidos com um ímã de mão;
- Os minerais com diferentes susceptibilidades magnéticas são concentrados no separador magnético tipo Frantz, variando-se a inclinação e a intensidade do campo eletromagnético;
- A fração menos magnética ou não magnética passa por uma seleção por densidade, através de micro bateia ou líquidos densos para concentrar os minerais de interesse.
- A partir do concentrado, é realizada uma seleção manual dos cristais para análise, esta seleção segue critérios diferentes de acordo com o objetivo da análise.

Para este trabalho, foram selecionados manualmente (Figura 2a) os cristais mais bem formados (euédricos ou subédricos) e maiores de cada amostra (Figura 2b). Esta seleção foi então dividida em duas alíquotas. Uma alíquota foi submetida a um tratamento térmico (Mattinson, 2005) que consiste no aquecimento das amostras a 1000°C, durante 48h, em mufla Jung, enquanto a outra permaneceu inalterada. Em seguida, ambas as alíquotas foram selecionadas manualmente e foram preparadas montagens em epóxi polidas (Figura 3).



**Figura 2:** Fotografias ilustrativas do processo de seleção manual dos cristais de zircão. **a)** Concentrado de cristais de zircão, com os cristais selecionados organizados próximos à agulha utilizada como ferramenta. **b)** Detalhe para cristais selecionados. Os critérios para escolha dos cristais bem formados incluem tamanho, hábito (preferência para cristais euédricos a subédricos, quando possível) e quantidade de fraturas visíveis no interior do cristal.



**Figura 3:** Fotografia dos *Mounts* de zircão, prontos para análise. Os *mounts* indicados com a letra “a” foram montados a partir de cristais em seu estado natural e os *mounts* indicados com as letras “b” e “bb” foram montados a partir de cristais submetidos ao tratamento térmico.

### 3.3 Catodoluminescência (CL)

Todas as amostras foram imageadas em Microscópio de Varredura Eletrônica (MEV) Fei Quanta 450. As imagens de catodoluminescência (CL) foram obtidas pelo sensor Digiscan, com tensão de 20kV, corrente de emissão com valores de 77 a 83µA, spots de 5 e 7µm. A aquisição de parte das imagens foi feita com 1 *frame* com *pixel time* de 120µs, as demais foram adquiridas com a soma de 6 *frames* com *Pixel time* de 64µs. As imagens obtidas foram tratadas para contraste e brilho com o *software* Corel PHOTO-PAINT X5®.

### 3.4 Espectrometria de Massa

O Laboratório de Geocronologia da UnB possui um espectrômetro de massa com plasma indutivamente acoplado *Finnigan Neptune*® utilizado com um Laser de 213nm de neodímio Nd:YAG. O espectrômetro possui 9 coletores do tipo *Faraday Cup* e 7 coletores do tipo IC (*ion conter*) de alta sensibilidade. Destes, 6 coletores são do tipo MIC (*multiple ion counting*), sendo 5 acoplados ao coletor L4 e 1 acoplado ao coletor H4, e 1 coletor é do tipo SEM (*secondary eletron multiplier*) acoplado ao coletor central. A configuração dos coletores está especificada na Tabela 2.

**Tabela 2:** Configuração de coletores do MC-ICPMS Finnigan Neptune do Laboratório de Geocronologia da UnB. A coluna “Tipo” mostra os coletores presentes em cada posição, os coletores IC (*ion counter*) são coletores de alta sensibilidade.

Coletor	Tipo	
L4	<i>Faraday cup</i>	IC2
		IC3
		IC4
		IC5
L3	<i>Faraday cup</i>	IC6
L2	<i>Faraday cup</i>	
L1	<i>Faraday cup</i>	
C	<i>Faraday cup</i>	IC1 (SEM)
H1	<i>Faraday cup</i>	
H2	<i>Faraday cup</i>	
H3	<i>Faraday cup</i>	
H4	<i>Faraday cup</i>	IC7

Os métodos de análise U-Pb já estão em rotina neste equipamento, o método utilizado para as análises abordadas neste trabalho prevê a leitura das massas indicadas na Tabela 3 em 40 blocos de 1 ciclo, com integração de 1,094s. Foram armazenados os valores das razões entre as massas:  $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ ,  $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$  e  $^{206}\text{Pb}/^{208}\text{Pb}$ .

**Tabela 3:** Tabela com a configuração de coletores utilizada no método de análise U-Pb no laboratório de Geocronologia da UnB.

Coletor	Tipo	Massa
L4	IC3	202
L4	IC4	$^{204}\text{Pb}+^{204}\text{Hg}$
L4	Faraday cup	206
L3	IC6	207
L3	Faraday cup	208
C	Faraday cup	~219,73
H2	Faraday cup	232
H4	Faraday cup	238

As demais configurações de análise podem ser encontradas na Tabela 4.

**Tabela 4:** Tabela contendo as condições gerais das análises executadas.

Condições de operação	
Laser New Wave UP213 Nd:YAG	MC-ICP-MS Neptune
Comprimento de onda: 213 nm	<i>Forward power:</i> 1030 W
	<i>Reflected power:</i> 3 W
Energia (85%): 0,35 a 0,46 mJ/pulso 4,73 a 6,50 J/cm <sup>2</sup>	<i>Configuração dos coletores:</i> Faradays: $^{206}\text{Pb}$ , $^{208}\text{Pb}$ , $^{232}\text{Th}$ , $^{238}\text{U}$ MIC's: $^{202}\text{Hg}$ , $^{204}\text{Hg}+^{204}\text{Pb}$ , $^{207}\text{Pb}$
Frequência de repetição dos pulsos: 10Hz	<i>Configurações de gás:</i> Fluxo de refrigeração (Ar): 15L/min Fluxo Auxiliar (Ar): 0,70L/min
Diâmetro dos furos: 30µm	Fluxo Amostra: 0.980 a 1.005L/min (Ar) + 0.40 a 0,42L/min (He)
	Aquisição: 40 ciclos 1.094 s

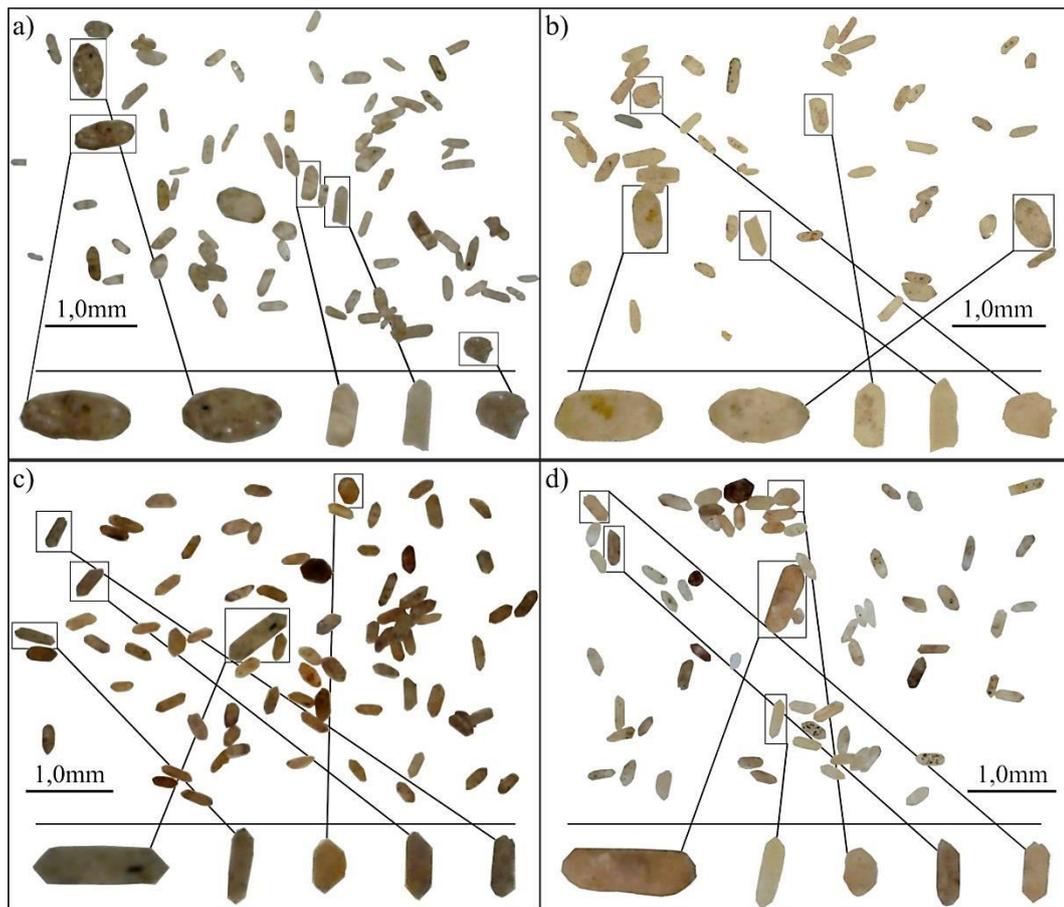
### 3.5 Tratamento dos resultados

Os dados gerados na espectrometria de massa foram exportados para o *software* Microsoft Excel®, onde foram reduzidos com o auxílio de planilha de cálculo (Buhn *et al.*, 2009, Chemale Jr. *et al.*, 2012). Foram eliminados dos dados tratados os *spots* cujos erros da idade  $^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$  foram maiores que 6% e aquelas cuja concordância não estava no intervalo entre 95 e 105%. Os diagramas concórdia, de idade ou razão médias e histogramas foram confeccionados com auxílio do programa Isoplot 4.15 (Ludwig, 2008. e versões posteriores).

## 4 Resultados e discussões

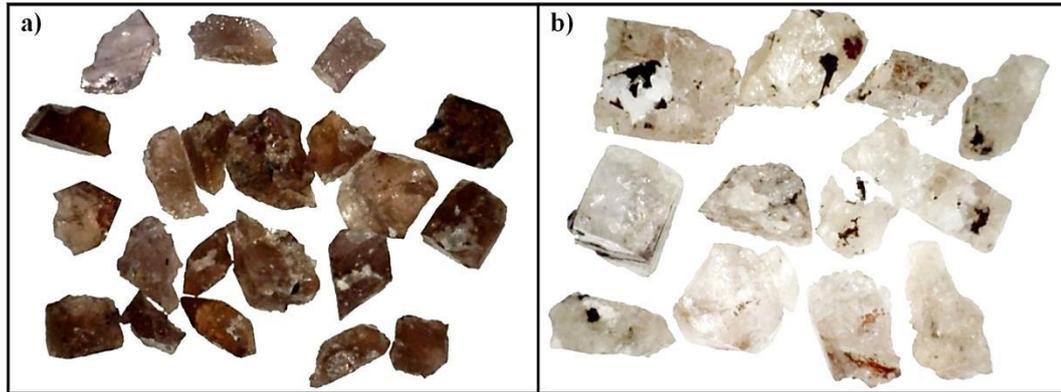
### 4.1 Tratamento térmico

O tratamento térmico aplicado às amostras mostrou resultados visíveis, as amostras Jaú6-b (Figura 4a e 4b) e Paranã2-b (Figura 4c e 4d) tiveram pequenas alterações visíveis em lupa, a maior parte da amostra ficou mais clara e transparente e alguns cristais se tornaram mais leitosos.



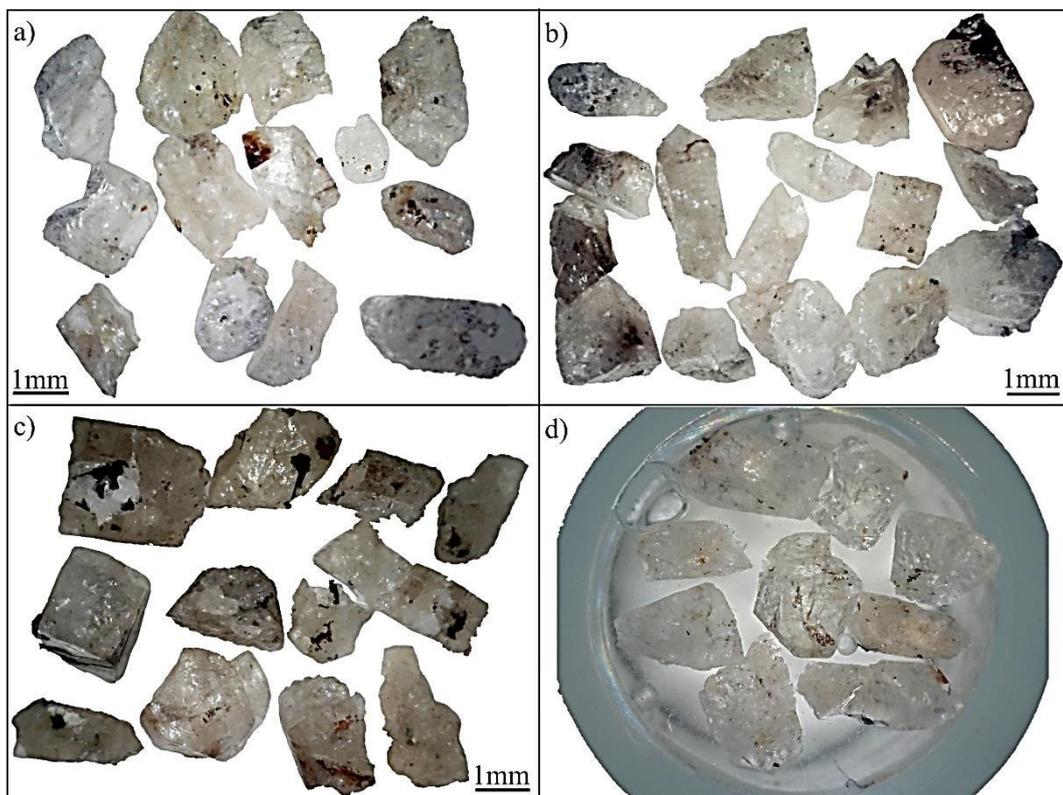
**Figura 4:** Alterações sutis visíveis em lupa nas amostras submetidas a tratamento térmico. Na parte inferior das figuras 4a,4b, 4c e 4d estão alguns cristais de zircão em maior resolução para destacar os aspectos de cor, transparência e eventuais inclusões **a)** Amostra Jaú6b antes do tratamento térmico. **b)** Amostra Jaú6b depois do tratamento térmico. Os cristais ficaram mais claros e transparentes, alguns ficaram leitosos e destacaram as inclusões. **c)** Amostra Paranã2b antes do tratamento térmico. **d)** Amostra Paranã2b depois do tratamento térmico. Os cristais ficaram mais claros e transparentes, alguns ficaram leitosos e destacaram as inclusões.

A amostra PAD1-b, no entanto, teve alteração significativa em suas características. Os cristais, que antes do tratamento eram translúcidos, de cor de vinho (Figura 5), se tornaram incolores e completamente transparentes (Figura 5), tornando mais simples a identificação de defeitos como fraturas, inclusões e óxidos incrustados.



**Figura 5:** Fotografias em lupa da amostra PAD1 antes e depois de submetida ao tratamento térmico na mufla. **a)** Cristais antes do tratamento térmico, com cor forte e grau de transparência variável. **b)** Como resultado do tratamento térmico, os cristais ficaram incolores, tornando mais fácil a visualização de outros minerais incrustados e do grau de fraturamento de cada cristal. Os cristais mais fraturados possuem aparência mais fosca e turva.

Com base nas características macroscópicas a amostra foi dividida em três alíquotas ( Figura 6a, 6b e 6c) e a montagem em epóxi ( Figura 6d) foi composta por três cristais de cada.



**Figura 6:** Amostra PAD1b, após o tratamento térmico. A amostra foi dividida em três alíquotas de acordo com sua qualidade e foram escolhidos três cristais de cada alíquota para compor o *mount* que foi analisado. **a)** Alíquota com os cristais mais transparentes, menos fraturados e menor quantidade de inclusões minerais. **b)** Alíquota com os cristais de qualidade intermediária. **c)** Alíquota com os cristais mais fraturados e maior quantidade de inclusões minerais. **d)** *Mount* preparado com 3 cristais de cada alíquota.

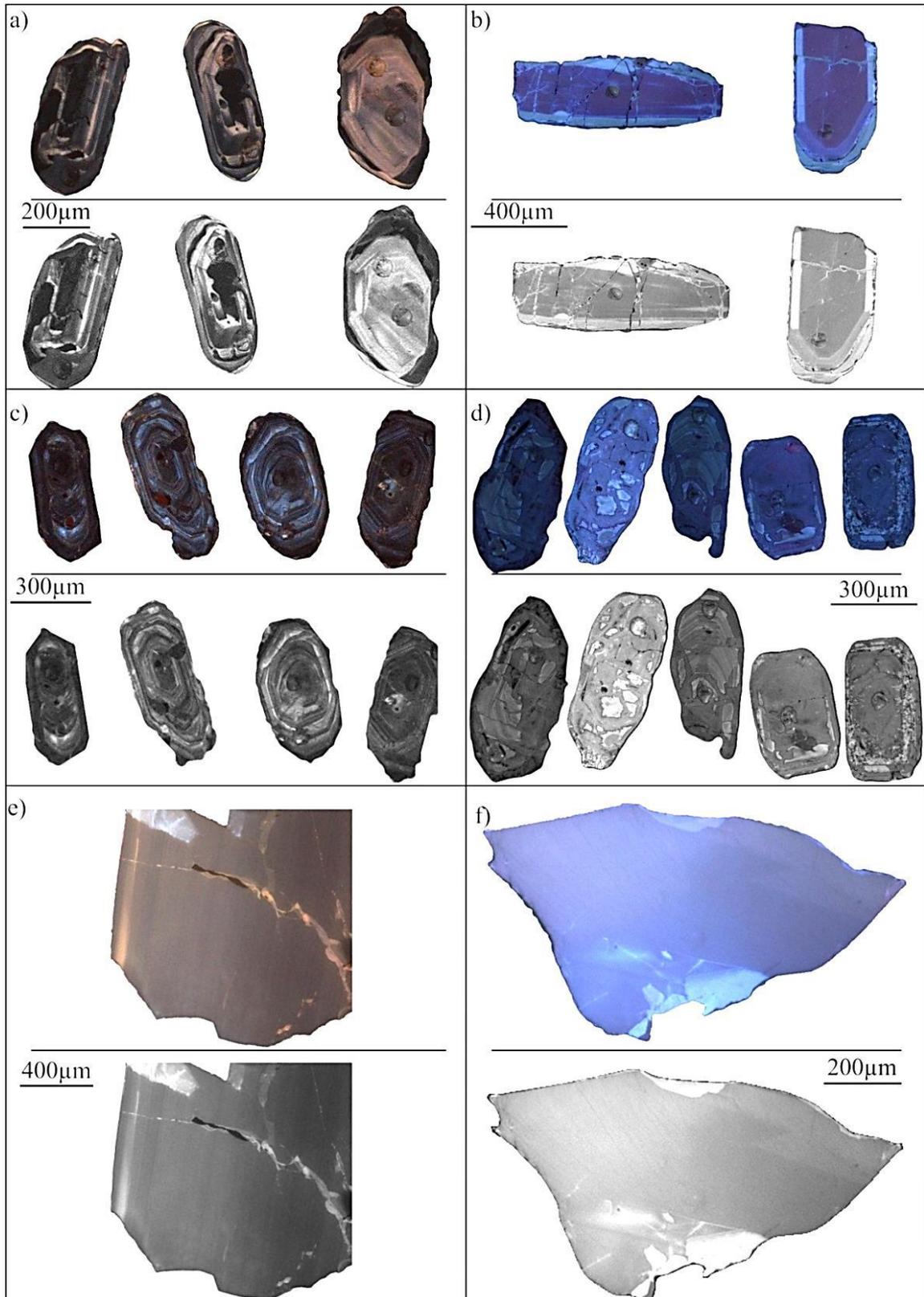
#### **4.1.1 Catodoluminescência (CL)**

Os efeitos do tratamento térmico foram observados também nas imagens de CL e nas imagens em tons de cinza, obtidas a partir da soma dos canais RGB que compõem as imagens de CL.

As amostras não submetidas ao tratamento térmico resultaram em imagens escuras, em tons de marrom e castanho, com as heterogeneidades dos cristais, como o zoneamento magmático (Figura 7c) e bordas metamórficas, bastante marcadas, assim como seus defeitos. Regiões metamitizadas (Figura 7a) se apresentaram como regiões escuras, quase pretas, com seu desenho formando uma mancha disforme no cristal. Inclusões e fraturas também puderam ser distinguidas, em sua maioria, por porções mais escuras que o restante, porém com geometria linear (no caso de fraturas) ou puntiforme (inclusões). Algumas fraturas são bordejadas por regiões em que a CL é mais clara que o restante do cristal (Figura 7e).

Já as amostras submetidas ao tratamento resultaram em imagens claras, onde a cor dos cristais se alterou para azul e os zoneamentos magmáticos tornaram-se mais sutis (Figura 7b). as zonas metamitizadas (Figura 7d), fraturas (Figura 7b e 7f) e inclusões (Figura 7f), no entanto, se alteraram significativamente, tornando-se mais destacadas e mais claras, com tons esverdeados e, em sua maioria, quase brancos.

O tratamento térmico é uma boa alternativa para aumentar a precisão das análises isotópicas em análises por CA-TIMS, como demonstrado por Mattinson (2005). As alterações que ele causa nos cristais são observadas macroscopicamente e nas imagens CL. Na espectrometria, as amostras submetidas ao tratamento térmico que possuem teor mais alto de chumbo, tiveram o resultado levemente menos concordante que sua equivalente sem o tratamento, no entanto, não se descarta a viabilidade do método também para análises pontuais, como LA-MC-ICPMS e SHRIMP, desde que aliada ao tratamento químico para eliminação das zonas de perda de chumbo e do chumbo comum.



**Figura 7:** Diferenças entre alíquotas submetidas e não submetidas a tratamento térmico observadas em CL, as imagens coloridas são a composição dos canais RGB (*Red, Green, Blue*), as imagens em tons de cinza foram obtidas através da soma dos canais RGB. **a)** Cristais da amostra Jaú6-a, alíquota da amostra não submetida ao tratamento térmico. **b)** Cristais da amostra Jaú6b, alíquota da amostra submetida ao tratamento térmico. **c)** Cristais da amostra Paranã2-a, alíquota da amostra não submetida ao tratamento térmico. **d)** Cristais da amostra Paranã2-b, alíquota da amostra submetida ao tratamento térmico. **e)** Cristais da amostra PAD1a, alíquota da amostra não submetida ao tratamento térmico. **f)** Cristais da amostra PAD1b, alíquota da amostra submetida ao tratamento térmico.

## 4.2 Análises Isotópicas

### 4.2.1 Padrão Principal GJ-1

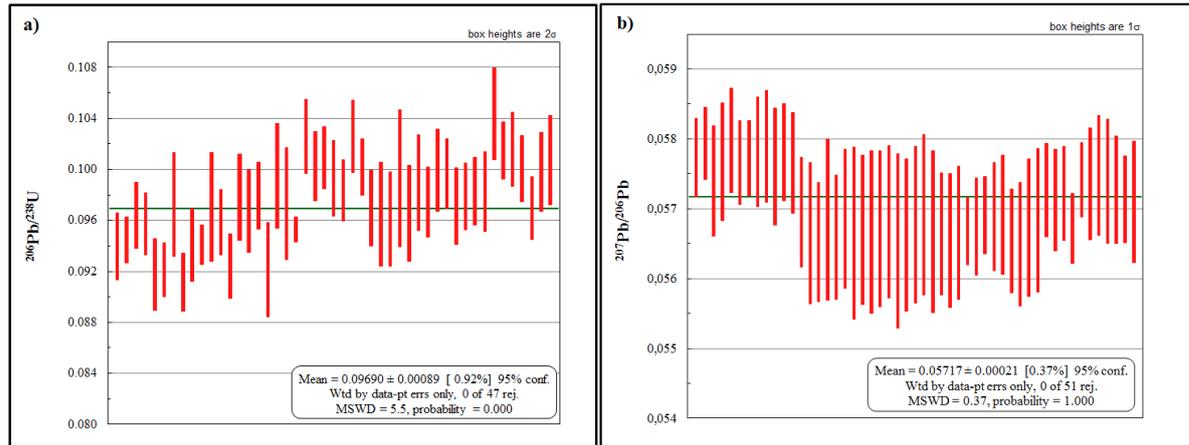
O padrão GJ-1 utilizado no presente trabalho foi composto por um conjunto de grandes cristais rosados e amarelos que possuem conteúdo de U= 212 a 422ppm, razões isotópicas  $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}=0.09761$  e  $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}=0.06014$  e idade de  $608,5\pm 0,5\text{Ma}$  obtida pelo método ID-TIMS (Jackson *et al.*, 2004). Sua seleção para utilização como padrão *master* foi devida a sua homogeneidade, estabilidade durante a análise e repetibilidade dos resultados.

As análises deste trabalho foram realizadas em 5 sessões ao longo de 23 dias, nelas um cristal do padrão foi analisado no início e no fim de cada conjunto de 10 amostras (incluindo os sub-padrões em posições de amostra desconhecida). Os resultados obtidos são apresentados no Apêndice 1 e resumidos na Tabela 5, onde se pode visualizar que os valores médios obtidos durante as análises para as razões  $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ ,  $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$  e  $^{206}\text{Pb}/^{208}\text{Pb}$  são muito próximos aos valores obtidos em análises de alta precisão pelo método ID-TIMS apresentados por Jackson *et al.*, (2004).

**Tabela 5:** Média das razões e desvios padrão para as leituras do padrão GJ1 em cada amostra analisada.

Amostra	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	StDv (1 $\sigma$ )	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	StDv (1 $\sigma$ )	$^{232}\text{Th}/^{238}\text{U}$	StDv (1 $\sigma$ )	$^{208}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	StDv (1 $\sigma$ )
Jackson <i>et al.</i> , (2004)	<b>0.06014</b>	-	<b>0.09761</b>	-	<b>0.01986</b>	-	<b>0.0063</b>	-
<b>GJ1<sub>all</sub></b>	<b>0.05715</b>		<b>0.9724</b>		<b>0.01130</b>		<b>0.0061</b>	
GJ1 <sub>PAD1-a</sub>	0.0578	0.0007	0.09929	0.0015	0.0103	0.0012	0.0058	0.0103
GJ1 <sub>PAD1-b</sub>	0.0577	0.0007	0.10013	0.0014	0.0084	0.0011	0.0052	0.0098
GJ1 <sub>Jau6-a</sub>	0.0572	0.0007	0.09439	0.0014	0.0130	0.0008	0.0067	0.0075
GJ1 <sub>Jau6-b</sub>	0.0568	0.0008	0.09554	0.0017	0.0124	0.0008	0.0061	0.0071
GJ1 <sub>Paraná2-a</sub>	0.0567	0.0011	0.09561	0.0013	0.0117	0.0009	0.0060	0.0093
GJ1 <sub>Paraná2-b</sub>	0.0567	0.0010	0.09847	0.0018	0.012	0.0011	0.0067	0.0104

Os dados das razões isotópicas demonstram que a incerteza (2 $\sigma$ ) foi de 0,92% para o  $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$  (n=47) (Figura 8a), enquanto para o  $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ , foi de 0,37% (n=51) (Figura 8b), que são indicativos de uma precisão razoável para o padrão GJ-1 nos experimentos efetuados. Além disso, estes dados indicam que as idades  $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$  são mais robustas, como podemos comprovar com as idades  $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$  no 91500 em todos os conjuntos analisados.



**Figura 8:** Compilação das razões  $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$  e  $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$  em todas as análises. O comprimento das barras vermelhas representa o intervalo de idade incluindo a incerteza. A linha verde ao fundo representa a média ponderada das idades. **a)** A média da razão  $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$  foi de 0,09690, com incerteza de 0,92% ( $2\sigma$ ) para  $n=47$ . **b)** A média da razão  $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$  foi de 0,05717, com incerteza de 0,37% ( $1\sigma$ ) para  $n=51$ .

#### 4.2.2 Padrões Internos ou Sub-padrões

Os dois padrões internos, ou secundários, foram selecionados para estabelecer a exatidão e precisão do método utilizado, cujos resultados são apresentados abaixo:

##### 4.2.2.1 Padrão Mud Tank

Este padrão foi estudado por Black & Gulson (1978) e posteriormente detalhado por Belousova (2000), cujas características principais são idade U-Pb (intercepto superior) de Idade TIMS  $732\pm 5\text{Ma}$  (Black & Gulson, 1978) e conteúdo de U= 11 to 131ppm. Durante as análises neste trabalho, um cristal do padrão foi duplamente analisado, no começo e final de cada conjunto de análise de 8 amostras, assim como o subpadrão 91500. Os resultados obtidos são apresentados no Apêndice 3 e resumidos e agrupados por conjunto de amostras analisadas na Tabela 6.

**Tabela 6:** Resumo dos dados do sub-padrão Mud Tank (MT). O campo amostra se refere à amostra desconhecida utilizada na análise de onde os dados foram retirados. Idades representadas com confiança de  $2\sigma$  (95%), exceto quando expresso em contrário.

Amostra	Th/U	Pb	U	Idade (Ma) <sup>1</sup>	
		(ppm)	(ppm)	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	concordante
MT <sub>PAD1-a</sub>	0,45 a 0,50	1 a 2	8 a 14		704±69
MT <sub>PAD1-b</sub>	0,44 a 0,48	1 a 2	9 a 16		701±51 <sup>1</sup>
MT <sub>Jaú6-a</sub>	0,34 a 0,44	1 a 2	6 a 12	730±26	725±17
MT <sub>Jaú6-b</sub>	0,34 a 0,44	1 a 2	6 a 12		767±42
MT <sub>Paraná2-a</sub>	0,35 a 0,41	2 a 3	10 a 16		725±20 <sup>1</sup>
MT <sub>Paraná2-b</sub>	0,35 a 0,42	2	9 a 13		725±26 <sup>1</sup>

1: Confiança de 1 desvio padrão (68%)

As concentrações em partes por milhão (ppm) de U e Pb, calculadas a partir dos fatores de correção obtidos através dos dados do GJ-1, são de 8 a 16ppm e de 1 a 3ppm respectivamente. Já a razão Th/U calculada é 0,34 a 0,50. As idades obtidas apresentam erros altíssimos devido a presença de chumbo comum nas análises, normalmente acima de 1% sobre a fração do chumbo radiogênico na razão  $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ , e obviamente a concentração muito baixa do Pb total encontrada neste padrão. A idade concordante obtida varia de  $701\pm 51\text{Ma}$  a  $767\pm 42\text{Ma}$ , o que atesta um erro individual alto e uma variação muito grande para seu uso como um padrão neste estudo.

Este padrão não é adequado para o uso como sub-padrão pelo método LA-MC-ICPMS nas condições operacionais deste experimento (Tabela 4). Jackson *et al.*, (2004) não recomendam o uso do zircão Mud Tank como padrão pelo fato de que ele apresenta erros analíticos significativos nas análises realizadas com ID-TIMS, o que é reproduzido pelas presentes análises com LA-MC-ICPMS.

#### 4.2.2.2 Padrão 91500

Este padrão tem sido estudado por vários pesquisadores e normalmente apresenta valores de conteúdo de U, Pb e razões isotópicas de U, Th e Pb mais reprodutíveis e com menor variação (Wiedenbeck *et al.*, 1995, e Krymsky *et al.*, 2007). Estes autores determinaram conteúdos de U variando de 7 a 92 ppm e Pb de 13 a 17 ppm, enquanto as razões Th/U estimadas foram em média 0,34 (variando de 0,26 a 0,76). A idade estimada obtida por ID-TIMS foi de  $1065.4\pm 0.3\text{Ma}$  (Wiedenbeck *et al.*, 1995). Durante as análises neste trabalho, um cristal do padrão foi duplamente analisado, logo após as análises iniciais do Mud Tank e antes das análises finais do Mud Tank, no começo e final de cada conjunto de análise de 6 amostras desconhecidas. Os resultados obtidos são apresentados no Apêndice 2 e resumidos na Tabela 7 por conjunto de amostras analisadas.

**Tabela 7:** Resumo dos dados do sub-padrão 91500. O campo amostra se refere à amostra desconhecida utilizada na análise de onde os dados foram retirados. Idades representadas com confiança de 95%, exceto quando expresso em contrário.

Amostra	Th/U	Pb	U	Idade (Ma)	
		(ppm)	(ppm)	<sup>207</sup> Pb/ <sup>206</sup> Pb	concordante
91500 <sub>PAD1-a</sub>	0,45 a 0,50	8 a 12	33 a 53	1067±24	1068±48
91500 <sub>PAD1-b</sub>	0,37 a 0,40	8 a 13	34 a 50	1064±23	1068±20
91500 <sub>Jaú6-a</sub>	0,37 a 0,38	5 a 6	19 a 26	1063±17	1063±17
91500 <sub>Jaú6-b</sub>	0,36 a 0,39	5 a 6	20 a 28	1068±19	1070±60
91500 <sub>Paraná2-a</sub>	0,32 a 0,35	13 a 14	39 a 52	1063±14	1067±13
91500 <sub>Paraná2-b</sub>	0,32 a 0,33	12 a 15	43 a 60	1069±14	1068±28

As concentrações em ppm de U e Pb, calculadas a partir dos fatores de correção obtidos através dos dados do GJ-1, são de 19 a 60ppm e de 5 a 15ppm, respectivamente. Já a razão Th/U calculada é 0,35 a 0,50. As idades obtidas apresentam erros individuais bem menores que o Mud Tank, visto que contém pouquíssimo chumbo comum normalmente menor que 0,6% sobre a fração do chumbo radiogênico na razão <sup>206</sup>Pb/<sup>204</sup>Pb. As idades <sup>207</sup>Pb/<sup>206</sup>Pb variam de 1063±14Ma a 1069±14Ma, enquanto a idade média com erro analítico de todos os *spots* analisados (n= 60) é 1066±14Ma (incerteza = 1,3%) com 95% de confiabilidade. Em termos analíticos, os cristais de zircão do padrão 91500 apresentaram exatidão e incertezas analíticas muito boas quando comparada às idades publicadas obtidas por análises de alta precisão (ID-TIMS) por Wiedenbeck *et al.*, (1995), e Krymsky *et al.*, (2007). que o caracteriza do ponto de vista de razões isotópicas como um sub-padrão confiável e que deve ser utilizado a cada conjunto de amostra desconhecida para o cálculo de idades de rochas ígneas obtidas pelo método LA-ICP-MS.

### 4.2.3 Amostras

O padrão interno PAD e zircões de duas amostras, Jaú6 e Paranã2, foram analisados como amostras desconhecidas. Todas elas foram analisadas em duas alíquotas, uma em seu estado natural e outra tratada termicamente conforme descrito no capítulo 3. A seguir serão apresentados os resultados obtidos para cada conjunto.

#### 4.2.3.1 PAD1

A amostra PAD1 é composta por uma única população com agregados de cristais de zircão de até 3cm de hábito prismático longo, coloração castanho avermelhada e algumas fraturas e inclusões minerais. Para possibilitar as análises ela foi quebrada em fragmentos de até 1mm (Rosa M.LS *et al.*, 2003). Sua idade foi estudada por (Rosa M.LS *et al.*, 2003), que obteve o resultado de  $696 \pm 3$ Ma pelo método Pb-Pb em monocristal de zircão, posteriormente, Oliveira *et al.*, (2014) obteve a idade de  $685 \pm 3$ Ma. Esta amostra é muito utilizada como sub-padrão em análises U-Pb por LA-MC-ICPMS no Laboratório de Geocronologia. Em Oliveira *et al.*, (2014) foram compilados os dados de 617 análises feitas entre o período de 2011 a 2013, excluídos 81 dados que possuem erro maior que 5% na razão  $^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$ , e concordância entre as idades  $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$  e  $^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$  menor que 95% ou maior que 105%. Esta compilação de 536 resultados mostrou variação nas idades de 610Ma a 780Ma, com média de e idade mais provável de 673Ma.

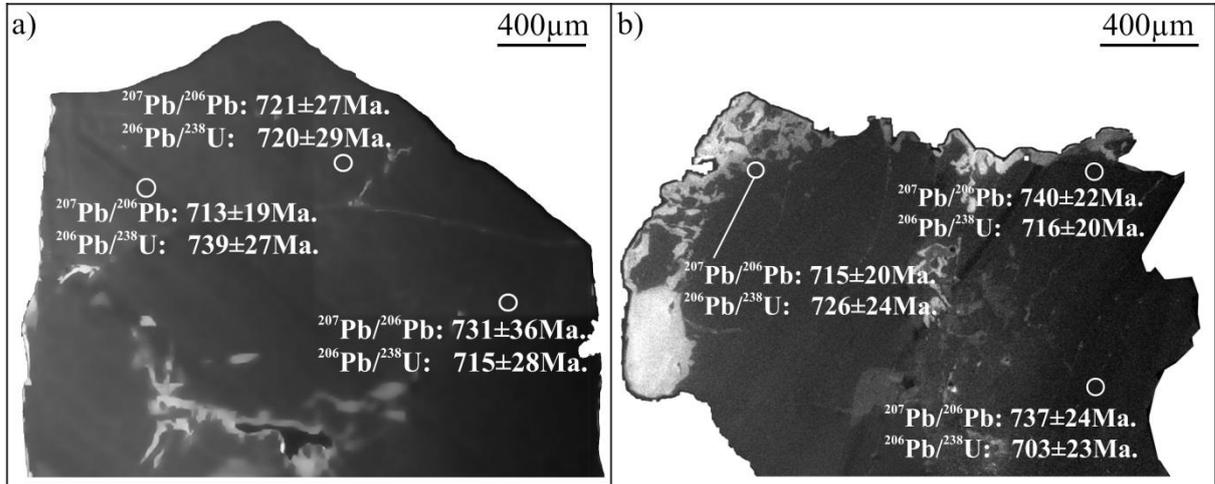
Durante as análises neste trabalho, foram selecionados os maiores e melhores cristais, com poucas inclusões e fraturas e tamanho entre 0,5 e 1mm. A partir destes, foram preparadas 3 montagens em epóxi. Uma formou a amostra PAD1a, sem tratamento térmico. Outra formou a amostra PAD1-b, com tratamento térmico, que foi utilizada para determinar se a qualidade avaliada em lupa do cristal após o tratamento térmico corresponde à qualidade da análise. Com base no resultado desta análise, foi feita a montagem da amostra PAD1bb, com tratamento térmico.

#### **PAD1-a**

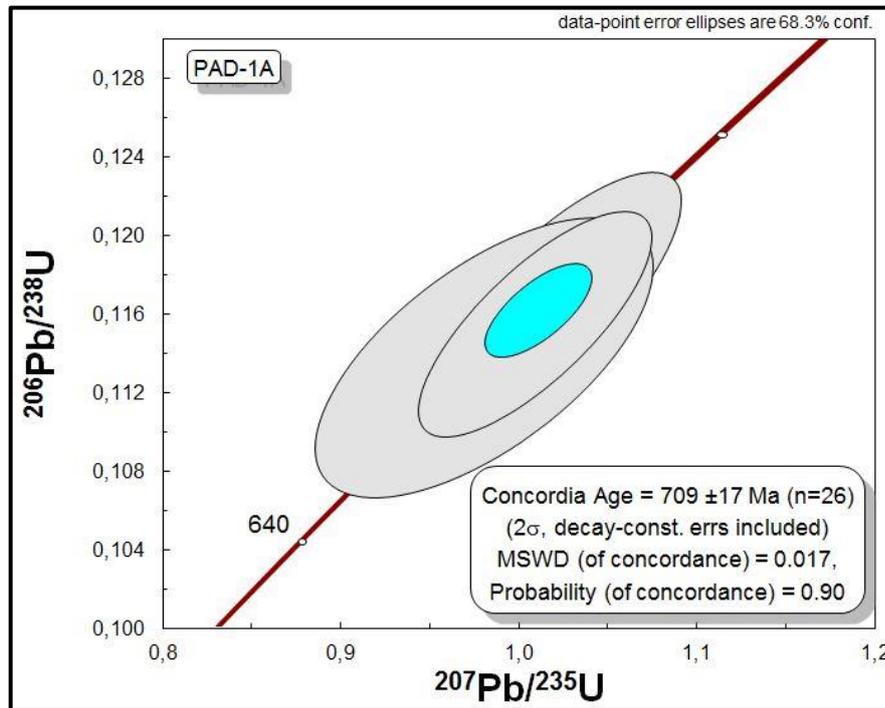
##### **Idades obtidas**

Foram analisados 6 spots por cristal em 5 cristais (Figura 9), num total de 30 análises, das quais 4 foram eliminadas. As concentrações em ppm de U e Pb (Tabela 8), calculadas a partir dos fatores de correção obtidos através dos dados do GJ-1, são de 9 a 52ppm e de 1 a 17ppm, respectivamente. Já a razão Th/U (Tabela 8) calculada é 0,61 a 1,08. Os erros

individuais das idades obtidas variam de 14 a 135Ma. As idades  $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$  variam de  $669\pm 58\text{Ma}$  a  $776\pm 74\text{Ma}$  (Apêndice 4). A idade concordante (Figura 10) com erro analítico dos *spots* analisados que atendem aos critérios estatísticos ( $n= 26$ ) é  $710\pm 12\text{Ma}$  (incerteza = 1,6%) com 95% de confiabilidade (Tabela 8).



**Figura 9:** Imagem obtida por CL de cristais da amostra PAD1-a (natural), com spots analisados e as respectivas idades. **a)** Zircão 4, com 3 spots destacados. **b)** Zircão 5, com 3 spots destacados.

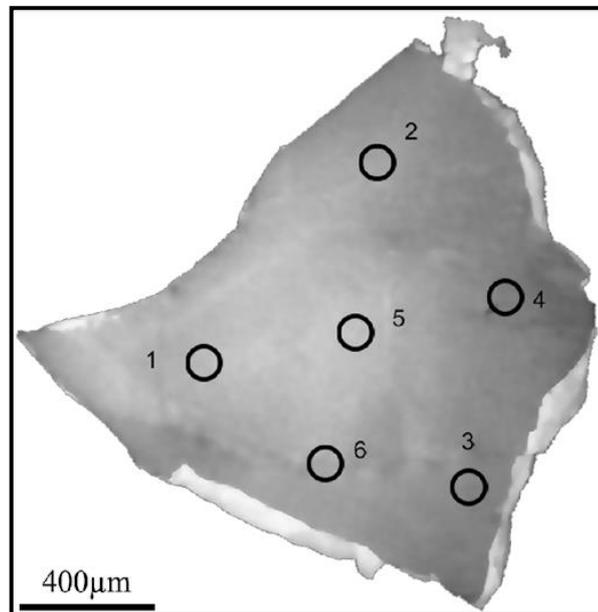


**Figura 10:** Diagrama de concórdia mostrando a idades obtida para os spots selecionados da amostra PAD1-a. As dimensões das elipses representam os erros de  $1\sigma$ , a idade resultante é expressa com erro de  $2\sigma$ .

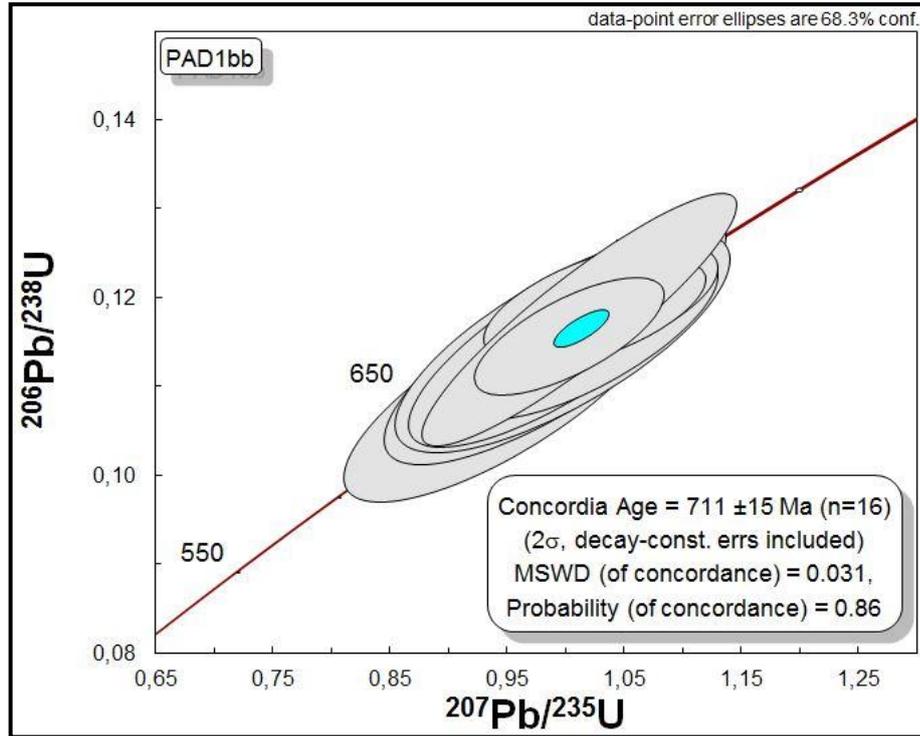
## ***PAD1-bb***

### ***Idades obtidas***

Foram analisados 6 spots por cristal em 5 cristais (Figura 11), num total de 30 análises, das quais 14 foram eliminadas. As concentrações em ppm de U e Pb (Tabela 8), calculadas a partir dos fatores de correção obtidos através dos dados do GJ-1, são de 14 a 70ppm e de 5 a 10ppm, respectivamente. Já a razão Th/U (Tabela 8) calculada é 0,59 a 1,05. Os erros individuais das idades obtidas variam de 20 a 67Ma. As idades  $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$  variam de  $687\pm 25\text{Ma}$  a  $739\pm 35\text{Ma}$  (Apêndice 5). A idade concordante (Figura 12) com erro analítico de todos os *spots* analisados ( $n= 16$ ) é  $711\pm 15\text{Ma}$  (erro = 2,1%) com 95% de confiabilidade (Tabela 8).



**Figura 11:** Imagem obtida por CL Do cristal identificado com Z6 na amostra PAD1-bb (com tratamento térmico), com indicação dos *spots* analisados e as respectivas idades. 1: Z6 Spot 1 -  $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$  -  $685\pm 44\text{Ma}$ .; 2: Z6 Spot 2 -  $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$  -  $701\pm 42\text{Ma}$ ; 3: Z6 Spot 3 -  $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$  -  $696\pm 25\text{Ma}$ ; 4: Z6 Spot 4 -  $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$  -  $708\pm 29\text{Ma}$ ; 5: Z6 Spot 5 -  $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$  -  $697\pm 42\text{Ma}$ ; 6: Z6 Spot 6 -  $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$  -  $690\pm 28\text{Ma}$ .



**Figura 12:** Diagrama de concórdia mostrando a idades obtida para os spots selecionados da amostra PAD1-bb. As dimensões das elipses representam os erros de  $1\sigma$ , a idade resultante é expressa com erro de  $2\sigma$ .

## Comparação

Não há diferença significativa entre as idades obtidas na alíquota tratada termicamente e na alíquota não tratada. Ambas possuem idade próxima de  $710 \pm 15$  Ma, este valor é mais antigo que o descrito na bibliografia,  $696 \pm 3$  Ma (Rosa M.LS *et al.*, 2003) e  $685 \pm 3$  Ma (Oliveira *et al.*, 2014). Isto pode ser atribuído à diferença na metodologia utilizada, além da seleção dos cristais, porém apenas com uma datação sistemática em monocristais de zircão pelo método U-Pb em TIMS será possível determinar qual o valor mais confiável.

**Tabela 8:** Resumo dos dados da amostra PAD1, a alíquota PAD1-a foi analisada em seu estado natural e a alíquota PAD1-b foi submetida ao tratamento térmico. Idades representadas com confiança de 95%, exceto quando expresso em contrário.

<b>PAD-1 a</b>		<b>PAD-1 bb</b>			
Razão Th/U		0,61 a 1,08	Razão Th/U	0,59 a 1,05	
Pb(ppm)		1 a 17	Pb(ppm)	5 a 10	
U (ppm)		9 a 52	U (ppm)	14 a 70	
Idade concordante (Ma)		$710 \pm 12$	Idade concordante (Ma)	$711 \pm 15$	
<i>91500</i>		<i>91500</i>			
Razão Th/U		0,45 a 0,50	Razão Th/U	0,37 a 0,40	
Pb(ppm)		8 a 12	Pb(ppm)	8 a 13	
U (ppm)		33 a 53	U (ppm)	34 a 50	
Idade	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ (Ma)	$1067 \pm 24$	Idade	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ (Ma)	$1064 \pm 23$
	concordante (Ma)	$1068 \pm 48$		concordante (Ma)	$1068 \pm 20$
<i>Mud Tank</i>		<i>Mud Tank</i>			
Razão Th/U		0,45 a 0,50	Razão Th/U	0,44 a 0,48	
Pb(ppm)		1 a 2	Pb(ppm)	1 a 2	
U (ppm)		8 a 14	U (ppm)	9 a 16	
Idade concordante (Ma)		$704 \pm 69$	Idade concordante (Ma)	$701 \pm 51^1$	

1: Confiança de 1 desvio padrão

#### 4.2.3.2 *Jaú6*

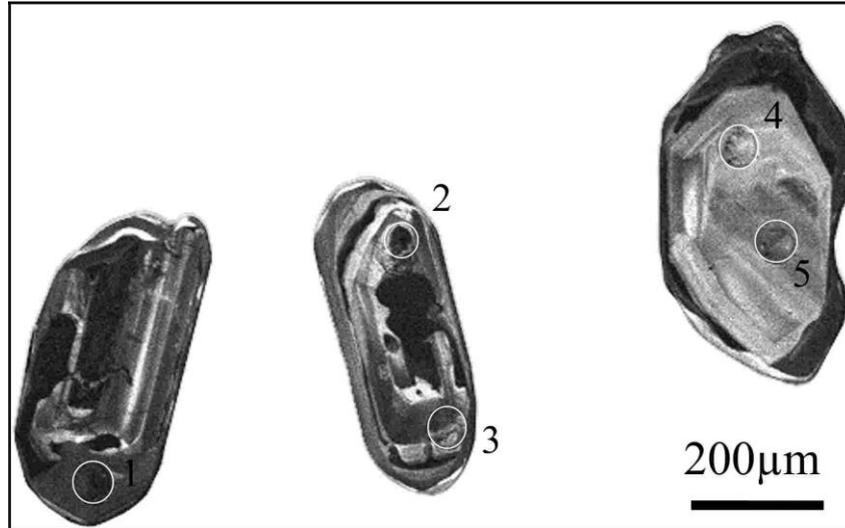
A amostra Jaú6 possui idade concordante de  $2022\pm 14$ Ma obtida por Fuck *et al.*, (2014) pelo método LA-MC-ICPMS e é composta por uma única população com cristais de zircão prismáticos longos, subédricos a euédricos de comprimento variável entre 0,5 a 0,7mm, com raros cristais com até cerca de 1mm de comprimento, possuem cor castanho clara e são, em sua maioria transparentes, e livres de fraturas e inclusões, alguns cristais são turvos, o que pode ser atribuído a microfraturas.

Durante as análises neste trabalho, foram selecionados os maiores e melhores cristais, com poucas inclusões e fraturas, a partir destes, foram preparadas 2 montagens em epóxi. Uma formou a amostra Jaú6-a, sem tratamento térmico. Outra formou a amostra Jaú6-b, que foi submetida a tratamento térmico.

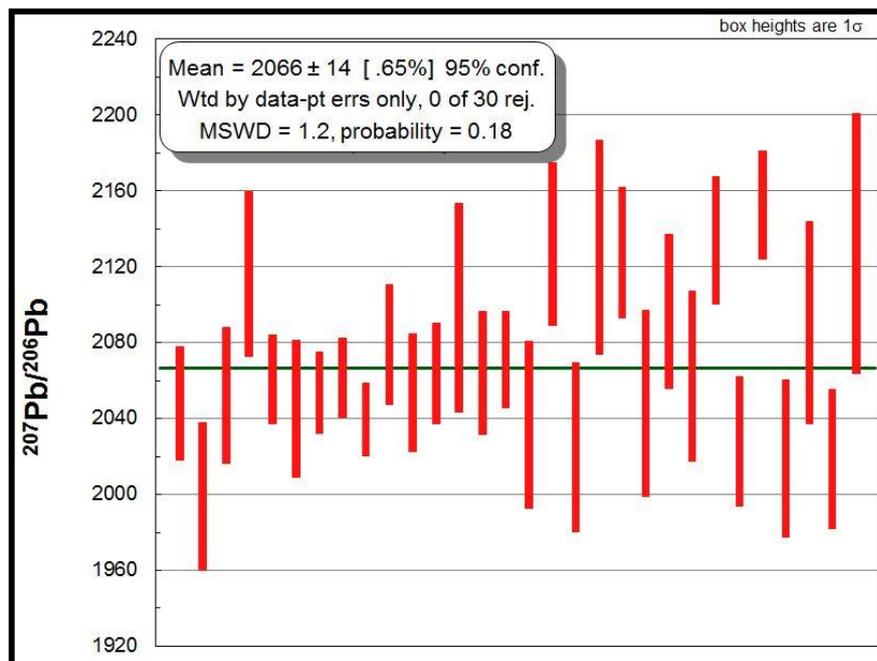
#### ***Jaú6-a***

##### ***Idades obtidas***

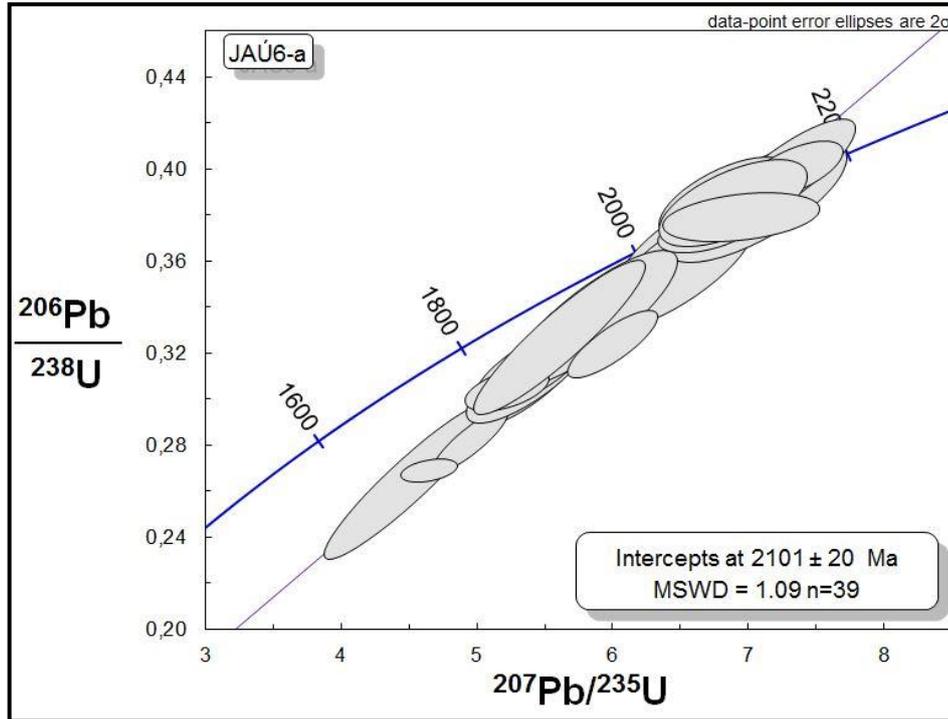
Foram analisados 54 spots em 38 cristais (Figura 13), dos quais 15 foram eliminados, onde a resolução espacial era suficiente, foi analisado mais de um spot no cristal, para verificar a diferença entre zonas observadas nas imagens de CL. As concentrações em ppm de U e Pb (Tabela 9), calculadas a partir dos fatores de correção obtidos através dos dados do GJ-1, são de 29 a 539ppm e de 8 a 239ppm, respectivamente. Já a razão Th/U (Tabela 9) calculada é 0,11 a 0,74. As incertezas individuais das idades obtidas variam de 8 a 97Ma ( $1\sigma$ ). As idades  $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$  variam de  $1967\pm 37$ Ma a  $2158\pm 40$ Ma (Apêndice 6). A idade  $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$  (Figura 14) com erro analítico de todos os *spots* analisados ( $n= 39$ ) é  $2066\pm 14$ Ma (erro = 0,7%) e a idade de intercepto superior (Figura 15) com erro analítico de todos os *spots* analisados ( $n= 39$ ) é  $2101\pm 20$ Ma (erro = 1,0%) com 95% de confiabilidade (Tabela 9).



**Figura 13:** Imagem obtida por CL Do cristal identificado com Z6 na amostra Jaú6-a, com indicação dos spots analisados e as respectivas idades. 1: Z1 -  $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$  -  $2056 \pm 27\text{Ma}$ .; 2: Z2 -  $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$  -  $2053 \pm 48\text{Ma}$ .; 3: Z2A -  $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$  -  $2083 \pm 37\text{Ma}$ .; 4: Z3 -  $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$  -  $2118 \pm 107\text{Ma}$ .; 5: Z3A -  $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$  -  $2085 \pm 71\text{Ma}$ .



**Figura 14:** Gráfico das idades  $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$  para os cristais da amostra Jaú6-a. O comprimento das barras vermelhas representa o intervalo de idade incluindo o erro de  $1\sigma$ . A linha verde ao fundo representa a média ponderada das idades, com erro de  $2\sigma$ .

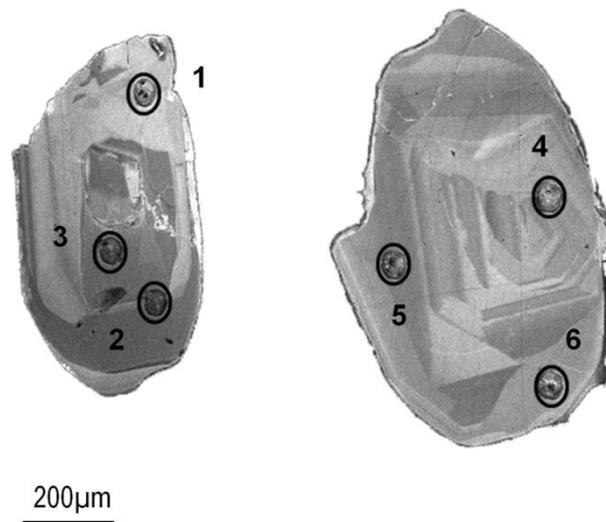


**Figura 15:** Diagrama de concórdia mostrando a idade de intercepto superior obtida para os *spots* selecionados da amostra Jaú6-a. As dimensões das elipses representam os erros.

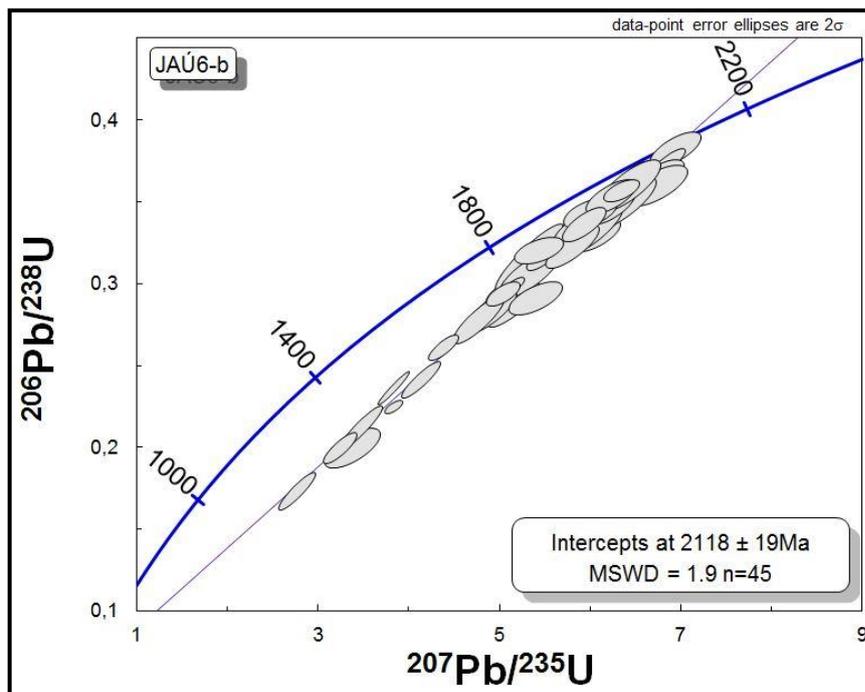
## ***Jaú6-b***

### ***Idades obtidas***

Foram analisados 54 spots em 38 cristais (Figura 16), dos quais 9 foram eliminados, onde a resolução espacial era suficiente, foi analisado mais de um spot no cristal, para verificar a diferença entre zonas diferentes observadas nas imagens de CL. As concentrações em ppm de U e Pb (Tabela 9), calculadas a partir dos fatores de correção obtidos através dos dados do GJ-1, são de 9 a 443ppm e de 14 a 201ppm, respectivamente. Já a razão Th/U (Tabela 9) calculada é 0,08 a 1,04. Os erros individuais das idades obtidas variam de 11 a 90Ma. As idades  $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$  variam de  $1902\pm 38\text{Ma}$  a  $2172\pm 55\text{Ma}$  (Apêndice 7). A idade de intercepto superior (Figura 17) com erro analítico de todos os *spots* analisados ( $n= 45$ ) é  $2118\pm 19\text{Ma}$  (erro = 0,9%) com 95% de confiabilidade (Tabela 9).



**Figura 16:** Imagem obtida por CL Do cristal identificado com Z6 na amostra Jaú6-b, com indicação dos spots analisados e as respectivas idades. 1: Z35B2 -  $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$  -  $2102\pm 42\text{Ma}$ ; 2: Z35B1 -  $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$  -  $2091\pm 47\text{Ma}$ ; 3: Z35N -  $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$  -  $2085\pm 31\text{Ma}$ ; 4: Z36N -  $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$  -  $2054\pm 56\text{Ma}$ ; 5: Z36B1 -  $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$  -  $2068\pm 44\text{Ma}$ ; : 6: Z36B2 -  $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$  -  $2002\pm 56\text{Ma}$



**Figura 17:** Diagrama de concórdia mostrando a idade de intercepto superior obtida para os *spots* selecionados da amostra Jaú6-b. As dimensões das elipses representam os erros.

## Comparação

Na alíquota sem aquecimento, a idade obtida foi  $2101 \pm 20$  Ma, estatisticamente igual à alíquota aquecida ( $2118 \pm 19$  Ma). Há também um número menor de zircões concordantes nas amostras aquecidas, com os cristais apresentando idades um pouco mais discordantes, ainda que bem alinhadas ao longo da discórdia. Em ambas as alíquotas há uma diferença de quase 80 Ma entre o resultado obtido e a idade descrita em Fuck *et al.*, (2014). No entanto, foram analisados *spots* nas bordas com razão U/Th muito baixa, que podem indicar metamorfismo e geram uma idade próxima de 2.0 Ga (próxima aos 2.02 Ga do artigo).

**Tabela 9:** Resumo dos dados da amostra Jaú6, a alíquota Jaú6-a foi analisada em seu estado natural e a alíquota Jaú6-b foi submetida ao tratamento térmico. Idades representadas com confiança de 95%, exceto quando expresso em contrário.

Jaú6-a			Jaú6-b		
Razão Th/U		0,11 a 0,74	Razão Th/U		0,08 a 1,04
Pb(ppm)		8 a 239	Pb(ppm)		14 a 201
U (ppm)		29 a 539	U (ppm)		9 a 443
Idade	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ (Ma)	$2066 \pm 14$	Idade	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ (Ma)	- <sup>1</sup>
	Intercepto superior (Ma)	$2101 \pm 20$		Intercepto superior (Ma)	$2118 \pm 19$
91500			91500		
Razão Th/U		0,37 a 0,38	Razão Th/U		0,36 a 0,39
Pb(ppm)		5 a 6	Pb(ppm)		5 a 6
U (ppm)		19 a 26	U (ppm)		20 a 28
Idade	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ (Ma)	$1063 \pm 17$	Idade	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ (Ma)	$1068 \pm 19$
	concordante (Ma)	$1063 \pm 17$		concordante (Ma)	$1070 \pm 60$
Mud Tank			Mud Tank		
Razão Th/U		0,34 a 0,44	Razão Th/U		0,34 a 0,44
Pb(ppm)		1 a 2	Pb(ppm)		1 a 2
U (ppm)		6 a 12	U (ppm)		6 a 12
Idade	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ (Ma)	$730 \pm 26$	Idade	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ (Ma)	- <sup>1</sup>
	concordante (Ma)	$725 \pm 17$		concordante (Ma)	$767 \pm 42$

1: Não é possível calcular, os cristais foram deslocados ao longo da discórdia em sentido à origem devido ao tratamento térmico.

### 4.2.3.3 *Paraná2*

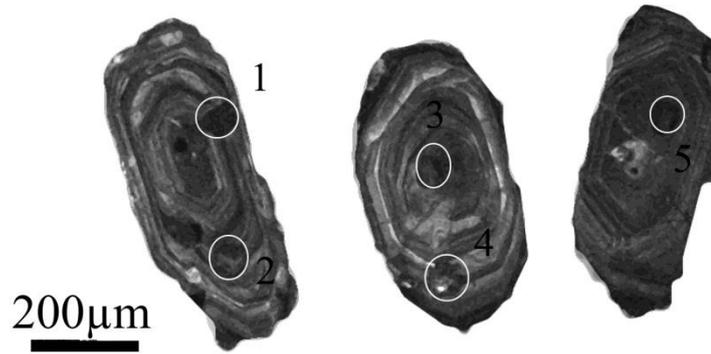
A amostra Paraná2 possui idade concordante de  $2179 \pm 11$  Ma obtida por Fuck *et al.*, (2014) pelo método LA-MC-ICPMS e é composta por uma única população com cristais de zircão prismáticos longos, subédricos a euédricos de comprimento variável entre 0,4 a 0,8 mm, com raros cristais com até cerca de 2 mm de comprimento, possuem cor castanho clara e são, assim como os cristais da amostra Jaú6, em sua maioria transparentes, e livres de fraturas e inclusões, alguns cristais são turvos, o que pode ser atribuído a microfraturas.

Durante as análises neste trabalho, foram selecionados os maiores e melhores cristais, com poucas inclusões e fraturas, a partir destes, foram preparadas 2 montagens em epóxi. Uma formou a amostra Paraná2-a, sem tratamento térmico. Outra formou a amostra Paraná2-b, que foi submetida a tratamento térmico.

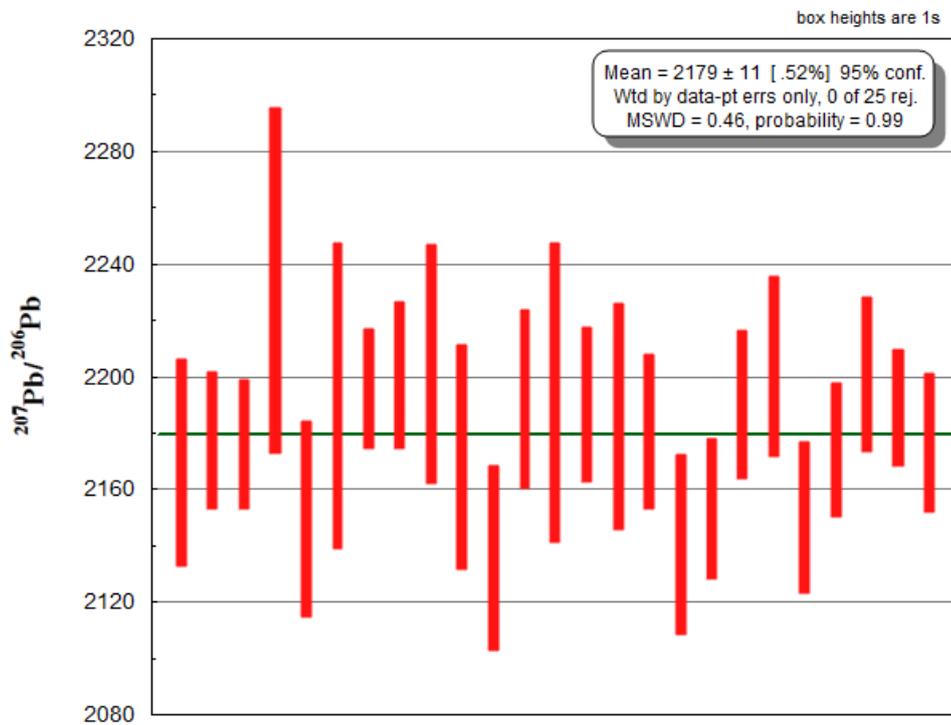
#### ***Paraná2-a***

##### ***Idades obtidas***

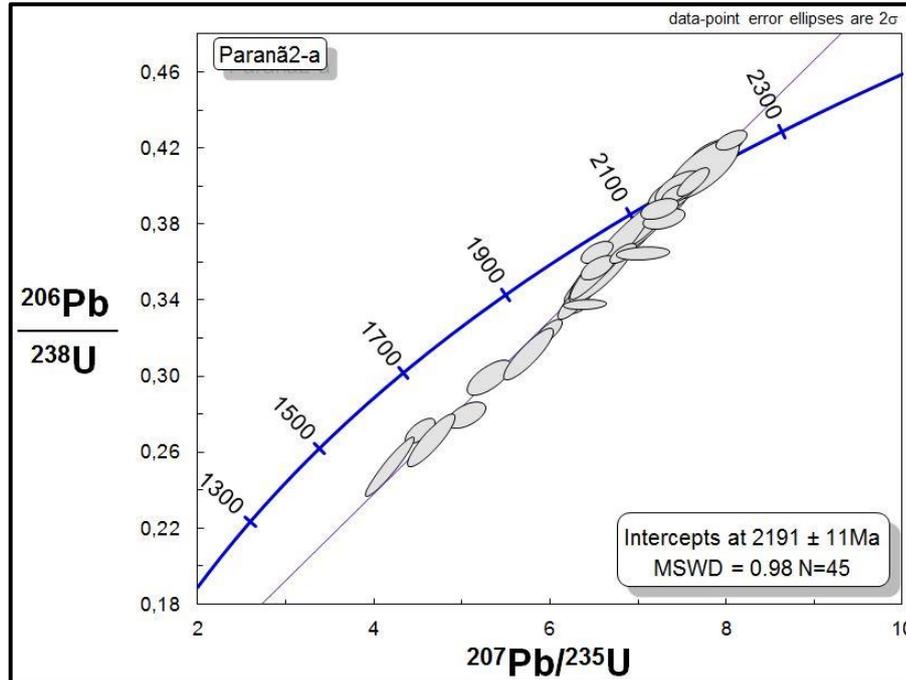
Foram analisados 54 spots em 38 cristais (Figura 18), dos quais 9 foram eliminados, onde a resolução espacial era suficiente, foi analisado mais de um spot no cristal, para verificar a diferença entre zonas diferentes observadas nas imagens de CL. As concentrações em ppm de U e Pb, calculadas a partir dos fatores de correção obtidos através dos dados do GJ-1, variaram de 49 a 322 ppm e de 37 a 156 ppm, respectivamente. Já a razão Th/U (Tabela 10) calculada é 0,30 a 0,85. Os erros individuais das idades obtidas variam de 9 a 97 Ma. As idades  $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$  variam de  $1954 \pm 28$  Ma a  $2234 \pm 61$  Ma (Apêndice 8). A idade  $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$  (Figura 19) com erro analítico de todos os *spots* analisados ( $n=45$ ) é  $2179 \pm 11$  Ma (erro = 0,5%) e a idade de intercepto superior (Figura 20) com erro analítico de todos os *spots* analisados ( $n=45$ ) é  $2191 \pm 11$  Ma (erro = 0,5%) com 95% de confiabilidade (Tabela 10).



**Figura 18:** Imagem obtida por CL Do cristal identificado com Z6 na amostra Paranã2-a, com indicação dos spots analisados e as respectivas idades. 1: Z9N -  $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$  -  $2132 \pm 21\text{Ma}$ ; 2: Z9B -  $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$  -  $2157 \pm 27\text{Ma}$ ; 3: Z10N -  $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$  -  $2157 \pm 27\text{Ma}$ ; 4: Z10B -  $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$  -  $2187 \pm 27\text{Ma}$ ; 5: Z11B -  $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$  -  $2187 \pm 22\text{Ma}$ .



**Figura 19:** Gráfico das idades  $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$  para os cristais da amostra Paranã2-a. O comprimento das barras vermelhas representa o intervalo de idade incluindo o erro de  $1\sigma$ . A linha verde ao fundo representa a média ponderada das idades, com erro de  $2\sigma$ .



**Figura 20:** Diagrama de concórdia mostrando a idade de intercepto superior obtida para os *spots* selecionados da amostra Paranã2-a. As dimensões das elipses representam os erros de  $2\sigma$ .

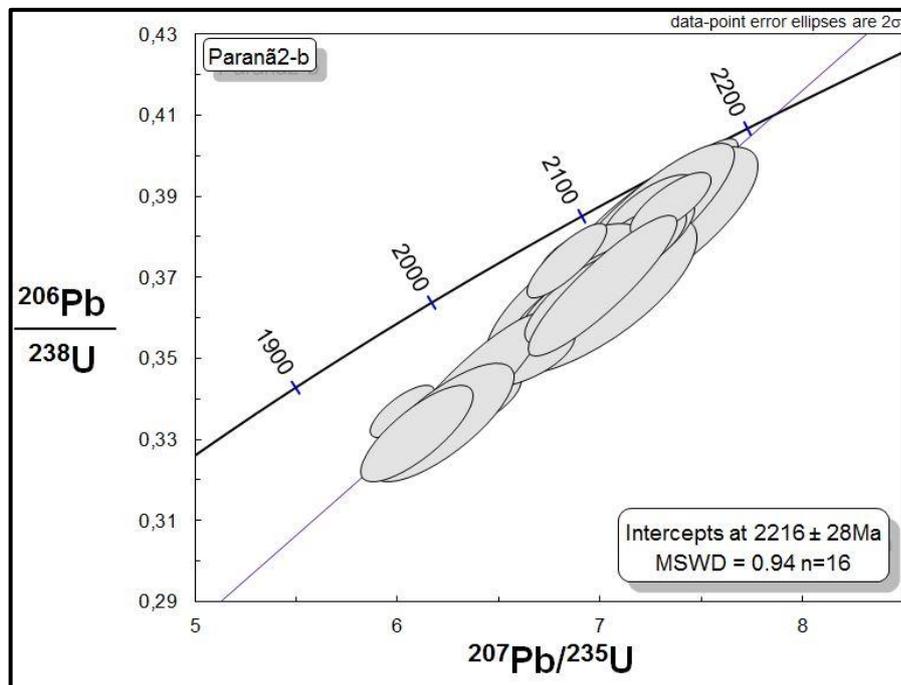
## ***Paraná2-b***

### ***Idades obtidas***

Foram analisados 54 spots em 38 cristais (Figura 21), dos quais 22 foram eliminados, onde a resolução espacial era suficiente, foi analisado mais de um spot no cristal, para verificar a diferença entre zonas diferentes observadas nas imagens de CL. As concentrações em ppm de U e Pb (Tabela 10), calculadas a partir dos fatores de correção obtidos através dos dados do GJ-1, são de 33 a 301ppm e de 15 a 106ppm, respectivamente. Já a razão Th/U (Tabela 10) calculada é 0,12 a 0,60. Os erros individuais das idades obtidas variam de 21 a 104Ma. As idades  $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$  variam de  $2059\pm 28\text{Ma}$  a  $2216\pm 25\text{Ma}$  (Apêndice 9). A idade de intercepto superior (Figura 22) com erro analítico de todos os *spots* analisados ( $n= 16$ ) é  $2216\pm 28\text{Ma}$  (erro=1,3%) com 95% de confiabilidade (Tabela 10).



**Figura 21:** Imagem obtida por CL Do cristal identificado com Z6 na amostra Paranã2-a, com indicação dos spots analisados e as respectivas idades. 1: Z28N -  $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$  -  $2213\pm 65\text{Ma}$ ; 2: Z28B -  $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$  -  $2306\pm 136\text{Ma}$ ; 3: Z23B -  $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$  -  $2194\pm 38\text{Ma}$ ; 4: Z23N -  $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$  -  $2174\pm 31\text{Ma}$ ; 5: Z22 -  $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$  -  $2190\pm 27\text{Ma}$ .



**Figura 22:** Diagrama de concórdia mostrando a idade de intercepto superior obtida para os spots selecionados da amostra Paranã2-b. As dimensões das elipses representam os erros de  $2\sigma$ .

## Comparação

Na alíquota sem aquecimento, a idade obtida foi  $2191 \pm 11$  Ma, estatisticamente igual à alíquota aquecida ( $2216 \pm 28$  Ma). Estas idades são coerentes, dentro do erro analítico com a de Fuck *et al.*, (2014), Assim como na amostra Jaú-6, há também um número menor de zircões concordantes nas amostras aquecidas, com os cristais apresentando idades um pouco mais discordantes, ainda que bem alinhadas ao longo da discórdia.

**Tabela 10:** Resumo dos dados da amostra Paranã2, a alíquota Paranã2-a foi analisada em seu estado natural e a alíquota Paranã2-b foi submetida ao tratamento térmico. Idades representadas com confiança de 95%, exceto quando expresso em contrário.

Paraná2-a			Paraná2-b		
Razão Th/U		0,30 a 0,85	Razão Th/U		0,12 a 0,60
Pb(ppm)		37 a 156	Pb(ppm)		15 a 106
U (ppm)		49 a 322	U (ppm)		33 a 301
Idade	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ (Ma)	$2179 \pm 11$	Idade	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ (Ma)	- <sup>1</sup>
	Intercepto superior (Ma)	$2191 \pm 11$		Intercepto superior (Ma)	$2216 \pm 28$
<i>91500</i>			<i>91500</i>		
Razão Th/U		0,32 a 0,35	Razão Th/U		0,32 a 0,33
Pb(ppm)		13 a 14	Pb(ppm)		12 a 15
U (ppm)		39 a 52	U (ppm)		43 a 60
Idade	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ (Ma)	$1063 \pm 14$	Idade	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ (Ma)	$1069 \pm 14$
	concordante (Ma)	$1067 \pm 13$		concordante (Ma)	$1068 \pm 28$
<i>Mud Tank</i>			<i>Mud Tank</i>		
Razão Th/U		0,35 a 0,41	Razão Th/U		0,35 a 0,42
Pb(ppm)		2 a 3	Pb(ppm)		2
U (ppm)		10 a 16	U (ppm)		9 a 13
Idade concordante (Ma)		$725 \pm 20^*$	Idade concordante (Ma)		$725 \pm 26^2$

1: Não é possível calcular, os cristais foram deslocados ao longo da discórdia em sentido à origem devido ao tratamento térmico.

2: Confiança de 1 desvio padrão

## 5 Conclusão

Os estudos integrados de imagens obtidas por CL e SEM e análises isotópicas de U-Pb-Th pelo método LA-MC-ICPMS em um padrão interno (PAD1) e amostras desconhecidas, as quais foram submetidas a tratamento térmico, contribuem para a orientação na escolha de melhores cristais para datação com melhor resolução e, ao mesmo tempo, a um aperfeiçoamento das técnicas analíticas aplicadas no Laboratório de Geocronologia da UnB.

As análises de amostras intercaladas com o padrão *master* (GJ-1) e sub-padrões (91500) são importantíssimas para obtenção de dados com melhor resolução. Pode-se verificar a reprodutibilidade do padrão *master* (principal) com erros satisfatórios de  $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb} = 0,37\%$  e  $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U} = 0,92\%$  e razões bem próximas àquelas obtidas por ID-TIMS. Já o sub-padrão 91500 tem se demonstrado qualificado para aferir a exatidão e precisão dos resultados obtidos, cujas idades  $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$  variam de  $1063\pm 14\text{Ma}$  a  $1069\pm 14\text{Ma}$ , enquanto a idade média com erro analítico de todos os *spots* analisados ( $n=60$ ) é  $1066\pm 14\text{Ma}$  (erro = 1,3%) com 95% de confiabilidade. Os resultados estão dentro do erro analítico das datações por métodos de alta resolução (ID-TIMS) que fornecem idades de  $1065\pm 0,6\text{Ma}$ . O Sub-padrão Mud Tank apresentou razões isotópicas com erros altíssimos o que o desqualifica para ser utilizado como sub-padrão na aquisição de dados de U-Th\_Pb com o método LA-MC-ICPMS, nas condições de operação do presente trabalho.

A análise das imagens geradas a partir das amostras submetidas ao tratamento térmico mostra que os cristais da amostra PAD1, que são escuros em seu estado natural, se tornam mais transparentes e permitem diferenciar melhor os defeitos internos dos cristais. Em termos de obtenção de idades, verifica-se que os cristais naturais e os tratados termicamente apresentam idades muito similares, cujos resultados obtidos são  $710\pm 12\text{Ma}$  e  $711\pm 15\text{Ma}$ . Observa-se que os cristais naturais (PAD1-a) com concentrações maiores de Pb (12-15ppm) e de U (70-95ppm) são os que apresentam o menor erro individual nas razões de  $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$  e  $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ , assim como nos cristais tratados termicamente (PAD1-bb), onde os resultados concordantes e com os menores erros e possuem maiores concentrações de U e Pb que os com maiores discordâncias e incertezas.

As análises das amostras desconhecidas, Jaú6 e Paranã2, tiveram um comportamento um pouco distinto. A idade obtida para os cristais tratados termicamente para ambas as amostras distanciam-se do intercepto superior quando comparados com os diagramas concórdia dos cristais destas amostras em seu estado natural. Isto provavelmente se deve a

uma alteração nas razões  $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$  que está diretamente ligada ao aquecimento da amostra, causando o afastamento da idade concórdia ou intercepto superior.

Ainda que o tratamento térmico a temperatura de 1000°C por 48 horas tenha causado algumas diferenças em termos de idade e um aparente deslocamento das razões  $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ , recomenda-se que sejam investigados os efeitos do processo térmico nos cristais de zircão do PAD1, Jaú6 e Paranã2 com utilização de Raman para ver quais foram as modificações estruturais. Ao mesmo tempo, como trabalho futuro complementar, deve-se combinar a técnica de aquecimento com a utilização de abrasão química com HF para produzir dados com melhor resolução, em especial naqueles casos em que se busca dados de U-Pb em zircão com melhor precisão (ex.: datação de rocha ígneas).

## 6 Referências Bibliográficas

- Allègre C.J. 2008. *Isotope Geology*. Cambridge University Press, Nova York, 512pp.
- Belousova, E.A. 2000. Trace elements in zircon and apatite: application to petrogenesis and mineral exploration. Unpublished PhD thesis, Macquarie University.
- Black, L.P., & Gulson, B.L., 1978. The age of the Mud Tank Carbonatite, Strangways Range, Northern Territory. *BMR Journal of Australian Geology & Geophysics*, **3**:227-232.
- Bühn B., Pimentel M.M., Matteini M., Dantas E.L., 2009. High spatial resolution analysis of Pb and U isotopes for geochronology by laser ablation multi-collector inductively coupled plasma mass spectrometry (LA-MC-ICP-MS). *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, **81**:99–114.
- Chemale Jr. F., Kawashita K., Dussin I.A., Ávila J.N., Justino D., Bertotti A.L., 2012. U-Pb zircon in situ dating with LA-MC-ICP-MS using a mixed detector configuration. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, **84**(2):275-295.
- Coppens R., Durand G., Roubault M. 1965. Etude de l'âge des zircons par le rapport des plombs 207 et 206. *Sciences de la Terre*, **10**:293-304.
- Davis D.W., Williams I.S. & Krogh T.E. 2003. Historical Development of Zircon Geochronology. In: Hancher, J.M. & Hoskin, P.W.O. (Eds.). *Reviews in Mineralogy and Geochemistry: Zircon*. Mineralogical Society of America, **53**:145-181.
- Faure G. & Mensing T.M. 2010. *Isotopes – Principles and Applications*. John Wiley and Sons Ltd. 3ª ed. Estados Unidos da América, 928pp.
- Fuck R.A., Dantas E.L., Pimentel M.M., Botelho N.F., Armstrong R., Laux J.H., Junges S.L., Soares J.E., Praxedes I.F. 2014. Paleoproterozoic crust-formation and reworking events in the Tocantins Province, central Brazil: A contribution for Atlantica supercontinent reconstruction. *Precambrian Research*, **244**:53–74.
- Jackson S.E., Pearson N.J., Griffin W.L., Belousova E.A. 2004. The application of laser ablation-inductively coupled plasma-mass spectrometry to in situ U–Pb zircon geochronology. *Chemical Geology*, **211**:47-69.
- Kaufmann B. 2006. Calibrating the Devonian Time Scale: A synthesis of U-Pb ID-TIMS ages and conodont stratigraphy. *Earth-Science Reviews*, **76**:175-190.

- Kosler, J., Sylvester, P.J. 2003. Present trends and the future of zircon in geochronology: laser ablation ICPMS. *In: Hanchar, J.M. & Hoskin, P.W.O. (Eds.). Reviews in Mineralogy and Geochemistry: Zircon. Mineralogical Society of America, 53:243-276.*
- Krogh T.E. 1973. A low contamination method for hydrothermal decomposition of zircon and extraction of U and Pb for isotopic age determinations. *Geochimica et Cosmochimica Acta, 37:485-494.*
- Krogh T.E. 1982. Improved accuracy of U-Pb ages by selection of more concordant fractions using a high-gradient magnetic separation technique. *Geochimica et Cosmochimica Acta, 46:631-635.*
- Krogh T.E., Davis G.L. 1975. Alteration in zircons and differential dissolution of altered and metamict zircon. *Carnegie Institution Washington Year Book, 74:619-623.*
- Krymsky R.S., Macambira, M.J.B., Lafon J.M., Estumano G.S. 2007. Uranium-lead dating method at the Pará-Iso isotope geology laboratory, UFPA, Belém – Brazil. *Anais da Acad. Bras. de Ciências, 79(1):115-128.*
- Lima B.A.F. 2006. Metodologia de datação em carbonatos pela série de desequilíbrio do urânio por espectrometria de massa. Dissertação de Mestrado, Instituto de Geociências, Universidade de Brasília, 90p.
- Ludwig K.R., 2008. User's Manual for Isoplot 3.70, A geochronological Toolkit for Microsoft Excel. Berkeley Geochronology Center, Special Publication 4, 75pp.
- Mattinson J.M. 2005. Zircon U–Pb chemical abrasion (“CA-TIMS”) method: Combined annealing and multi-step partial dissolution analysis for improved precision and accuracy of zircon ages. *Geochemical Geology, 220:47-66.*
- Nasdala L., Kronz A., Wirth R., Vaczi T., Perez-Soba, C., Willner A., Kennedy A.K.. 2009. The phenomenon of deficient electron microprobe totals in radiation-damaged and altered zircon. *Geochimica et Cosmochimica Acta, 73(6):1637-1650.*
- Oliveira F.V., Oliveira I.L., Zacchi E.N.P., Lima B.A.F., Dantas E.L., Pimentel M.M. 2014. PAD zircon as an internal standard for LA-MC-ICPMS U-Pb geochronology: Evaluation and constraints. Poster. *In: 9th South American Symposium on Isotope Geology. Anais, p. 287.*
- Rosa M.L.S., Conceição H., Macambira M.J.B., Marinho M.M. 2003. Idade Pb-Pb em zircão da mineralização de sodalita-sienito (blue-bahia) no Complexo alcalino Floresta Azul, sul do estado da Bahia. *Revista Brasileira de Geociências, 33:323-327.*

- Schmitz M.D. & Davydov V.I. 2012. Quantitative radiometric and biostratigraphic calibration of the Pennsylvanian–Early Permian (Cisuralian) time scale and pan-Euramerican chronostratigraphic correlation. *GSA Bulletin*; **124**(3/4):549–577.
- Wiedenbeck, M., Allé, P., Corfu, F., Griffin, W.L., Meier, M., Oberli, F., von Quadt, A., Roddick, J.C. and Spiegel, W. 1995. Three natural zircon standards for U-Th-Pb, Lu-Hf, trace element and REE analyses. *Geostandards Newsletter*, 19, 1-23
- Wiedenbeck M., Hanchar J.M., Peck W.H., Sylvester P., Valley J., Whitehouse M., Kronz A., Morishita Y., Nasdala L., Fiebig J., Franchi I., Girard J.P., Greenwood R.C., Hinton R., Kita N., Mason P.R.D., Norman M., Ogasawara M., Piccoli P.M. , Rhede D., Satoh H., Schulz-Dobrick B., Skår Ø., Spicuzza M.J. Terada K., Tindle A., Togashi S., Vennemann T., Xie Q., Zheng Y.F. 2004. Further characterization of the 91500 zircon crystal. *Geostandards and Geoanalytical Research*, **28**:9-39.

## 7 Lista de Apêndices

<b>APÊNDICE 1.</b>	<b>DADOS GJ1 .....</b>	<b>53</b>
<b>APÊNDICE 2.</b>	<b>DADOS 91500 .....</b>	<b>54</b>
<b>APÊNDICE 3.</b>	<b>DADOS MUD TANK.....</b>	<b>58</b>
<b>APÊNDICE 4.</b>	<b>DADOS PAD1-A.....</b>	<b>62</b>
<b>APÊNDICE 5.</b>	<b>DADOS PAD1-BB .....</b>	<b>64</b>
<b>APÊNDICE 6.</b>	<b>DADOS JAÚ6-A .....</b>	<b>66</b>
<b>APÊNDICE 7.</b>	<b>DADOS JAÚ6-B .....</b>	<b>70</b>
<b>APÊNDICE 8.</b>	<b>DADOS PARANÃ2-A .....</b>	<b>74</b>
<b>APÊNDICE 9.</b>	<b>DADOS PARANÃ2-B .....</b>	<b>80</b>

## Apêndice 1. Dados GJ1

		$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	StDv	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	StDv		$^{232}\text{Th}/^{238}\text{U}$	StDv	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	StDv
			1 sigma		1 sigma	2 sigma		1 sigma		1 sigma
<b>Jackson <i>et al.</i>, 2004</b>		<b>0.06014</b>	-	<b>0.09890</b>	-	-	<b>0.01986</b>	-	<b>0.0063</b>	-
Jaúf-a	002-GJ	0.05727	0.00067	0.09398	0.00133	0.00261	0.01293	0.00078	0.0084	0.0080
	014-GJ	0.05713	0.00073	0.09448	0.00092	0.00180	0.01289	0.00091	0.0082	0.0075
	014b-GJ	0.05722	0.00068	0.09641	0.00133	0.00260	0.01302	0.00066	0.0054	0.0058
	026-GJ	0.05672	0.00050	0.09578	0.00124	0.00243	0.01295	0.00068	0.0055	0.0067
	038-GJ	0.05742	0.00053	0.09176	0.00144	0.00281	0.01320	0.00067	0.0064	0.0065
	050-GJ	0.05736	0.00080	0.09214	0.00109	0.00214	0.01321	0.00085	0.0064	0.0071
	062-GJ	0.05748	0.00086	0.09729	0.00208	0.00408	0.01282	0.00079	0.0056	0.0081
	074-GJ	0.05740	0.00089	0.09116	0.00116	0.00226	0.01285	0.00088	0.0039	0.0095
	086-GJ	0.05727	0.00077	0.09407	0.00147	0.00287	0.01293	0.00078	0.0084	0.0080
	098-GJ	0.05714	0.00062	0.09411	0.00079	0.00155	0.01289	0.00091	0.0082	0.0075
110-GJ	0.05710	0.00087	0.09710	0.00219	0.00430	0.01288	0.00078	0.0071	0.0075	
Jaúf-b	002-GJ	0.05668	0.00049	0.09589	0.00132	0.00258	0.01245	0.00071	0.0068	0.0059
	014-GJ	0.05675	0.00069	0.09244	0.00130	0.00254	0.01263	0.00068	0.0042	0.0053
	027-GJ	0.05691	0.00055	0.09784	0.00174	0.00341	0.01241	0.00073	0.0076	0.0054
	039-GJ	0.05689	0.00078	0.09674	0.00167	0.00327	0.01261	0.00078	0.0074	0.0071
	051-GJ	0.05692	0.00086	0.09795	0.00135	0.00265	0.01207	0.00068	0.0063	0.0076
	062-GJ	0.05654	0.00074	0.09217	0.00189	0.00371	0.01246	0.00089	0.0050	0.0081
	074-GJ	0.05649	0.00089	0.09002	0.00125	0.00244	0.01240	0.00082	0.0062	0.0085
	087-GJ	0.05673	0.00099	0.09948	0.00211	0.00413	0.01230	0.00090	0.0057	0.0080
	099-GJ	0.05684	0.00103	0.09734	0.00224	0.00439	0.01240	0.00086	0.0053	0.0079
Paraná2-a	002-GJ	0.05682	0.00109	0.09532	0.00049	0.00096	0.01284	0.00075	0.0052	0.0061
	014-GJ	0.05654	0.00125	0.08806	0.00185	0.00363	0.01298	0.00070	0.0060	0.0083
	024-GJ	0.05662	0.00109	0.08743	0.00158	0.00309	0.01298	0.00071	0.0049	0.0077
	036-GJ	0.05678	0.00112	0.08811	0.00120	0.00234	0.01301	0.00064	0.0069	0.0073
	050-GJ	0.05691	0.00115	0.10262	0.00148	0.00291	0.01087	0.00114	0.0068	0.0092
	062-GJ	0.05667	0.00116	0.10028	0.00139	0.00273	0.01029	0.00120	0.0067	0.0147
	076-GJ	0.05664	0.00088	0.10094	0.00123	0.00242	0.01072	0.00091	0.0054	0.0075
	088-GJ	0.05655	0.00096	0.09933	0.00150	0.00295	0.01078	0.00113	0.0066	0.0094
	100-GJ	0.05666	0.00095	0.09836	0.00122	0.00239	0.01071	0.00125	0.0061	0.0139
Paraná2-b	002-GJ	0.05695	0.00079	0.10260	0.00145	0.00285	0.01066	0.00083	0.0067	0.0098
	014-GJ	0.05665	0.00102	0.10020	0.00113	0.00221	0.01083	0.00105	0.0056	0.0076
	026-GJ	0.05653	0.00086	0.09700	0.00152	0.00298	0.01095	0.00110	0.0074	0.0133
	038-GJ	0.05685	0.00115	0.09649	0.00209	0.00410	0.01068	0.00107	0.0040	0.0108
	050-GJ	0.05659	0.00089	0.09612	0.00190	0.00372	0.01090	0.00109	0.0042	0.0089
	062-GJ	0.05686	0.00100	0.09933	0.00274	0.00537	0.01101	0.00109	0.0073	0.0097
	074-GJ	0.05665	0.00124	0.09656	0.00193	0.00378	0.01062	0.00129	0.0081	0.0116
	086-GJ	0.05670	0.00107	0.09900	0.00192	0.00376	0.01059	0.00105	0.0066	0.0105
	098-GJ	0.05666	0.00117	0.09747	0.00141	0.00276	0.01106	0.00114	0.0087	0.0105
	110-GJ	0.05671	0.00112	0.09997	0.00165	0.00324	0.01071	0.00089	0.0081	0.0110
PAD1-a	002-GJ	0.05773	0.00054	0.09967	0.00139	0.00273	0.00850	0.00101	0.0082	0.0105
	014-GJ	0.05782	0.00079	0.09713	0.00153	0.00299	0.00837	0.00103	0.0068	0.0078
	026-GJ	0.05790	0.00080	0.09790	0.00133	0.00260	0.00839	0.00114	0.0063	0.0094
	038-GJ	0.05761	0.00084	0.09833	0.00135	0.00264	0.00877	0.00132	0.0052	0.0115
	050-GJ	0.05781	0.00070	0.09830	0.00159	0.00313	0.00818	0.00119	0.0036	0.0120
	062-GJ	0.05766	0.00072	0.10440	0.00184	0.00361	0.00862	0.00135	0.0048	0.0107
PAD1-bb	002-GJ	0.05774	0.00057	0.10153	0.00116	0.00227	0.00885	0.00115	0.0065	0.0085
	014-GJ	0.05794	0.00052	0.10161	0.00149	0.00292	0.00844	0.00102	0.0046	0.0096
	026-GJ	0.05741	0.00079	0.10011	0.00133	0.00261	0.00836	0.00129	0.0052	0.0114
	038-GJ	0.05767	0.00084	0.09697	0.00125	0.00245	0.00838	0.00104	0.0059	0.0075
	050-GJ	0.05798	0.00075	0.09984	0.00159	0.00311	0.00844	0.00099	0.0035	0.0102
	062-GJ	0.05767	0.00061	0.10074	0.00178	0.00349	0.00824	0.00115	0.0055	0.0115

## Apêndice 2. Dados 91500

Dados U-Pb do padrão de zircão 91500, obtidos durante a análise das duas alíquotas da amostra PAD1.

Spot Number	f206a	Pb (ppm)	Th (ppm)	U (ppm)	Th/U <sup>b</sup>	Isotope ratios <sup>c,e</sup>			Ages (Ma)			% f Conc							
						<sup>207</sup> Pb/ <sup>235</sup> U [%]	<sup>206</sup> Pb/ <sup>238</sup> U [%]	Rho <sup>d</sup>	<sup>207</sup> Pb/ <sup>235</sup> U abs	<sup>207</sup> Pb/ <sup>235</sup> U 1 s	<sup>206</sup> Pb/ <sup>238</sup> U abs		<sup>206</sup> Pb/ <sup>238</sup> U 1 s						
PAD1-a	0.006	8	12	34	0.37	1.85	6.27	0.178	4.45	0.71	0.075	4.42	1057	47	1062	67	1072	47	99
	0.006	10	14	38	0.39	1.88	4.86	0.183	3.51	0.72	0.074	3.37	1083	38	1074	52	1054	36	103
	0.003	10	16	41	0.40	1.89	4.13	0.183	3.23	0.78	0.075	2.56	1083	35	1079	45	1071	27	101
	0.005	8	13	33	0.38	1.88	6.54	0.182	4.79	0.73	0.075	4.46	1077	52	1073	70	1064	47	101
	0.006	10	17	44	0.39	1.92	5.11	0.186	3.51	0.69	0.075	3.71	1099	39	1087	56	1065	40	103
	0.005	12	21	53	0.40	1.95	5.75	0.189	4.69	0.82	0.075	3.33	1116	52	1099	63	1066	35	105
	0.004	11	19	50	0.39	1.88	4.16	0.182	2.86	0.69	0.075	3.02	1077	31	1073	45	1065	32	101
	0.005	10	17	45	0.38	1.86	7.27	0.181	5.05	0.69	0.075	5.23	1072	54	1069	78	1062	56	101
	0.004	11	18	49	0.38	1.83	5.62	0.177	3.84	0.68	0.075	4.10	1049	40	1056	59	1071	44	98
	0.004	10	16	42	0.39	1.88	5.70	0.181	4.33	0.76	0.075	3.71	1075	47	1074	61	1072	40	100
	0.004	11	18	45	0.40	1.890	4.69	0.182	3.61	0.77	0.075	3.00	1079	39	1078	51	1074	32	101
	0.005	8	13	34	0.38	1.847	4.89	0.179	2.39	0.49	0.075	4.27	1062	25	1062	52	1063	45	100
	0.004	10	18	49	0.38	1.870	4.37	0.182	3.09	0.71	0.075	3.10	1077	33	1071	47	1057	33	102
	0.003	10	19	50	0.39	1.820	5.32	0.177	4.06	0.76	0.074	3.43	1052	43	1053	56	1054	36	100
	0.004	11	18	48	0.38	1.976	5.92	0.191	4.43	0.75	0.075	3.92	1128	50	1107	66	1067	42	106
0.003	10	16	45	0.37	1.901	5.75	0.183	4.07	0.71	0.075	4.07	1086	44	1082	62	1073	44	101	
0.004	11	16	42	0.38	1.868	4.83	0.182	3.88	0.80	0.075	2.87	1076	42	1070	52	1057	30	102	
0.003	13	19	50	0.39	1.868	3.50	0.181	2.55	0.73	0.075	2.40	1074	27	1070	37	1062	25	101	
0.004	11	18	49	0.38	1.830	5.62	0.177	3.84	0.68	0.075	4.10	1049	40	1056	59	1071	44	98	
0.004	10	16	42	0.39	1.880	5.70	0.181	4.33	0.76	0.075	3.71	1075	47	1074	61	1072	40	100	

a – Porcentagem de <sup>206</sup>Pb comum no <sup>206</sup>Pb total, (Chernate et al., 2012); b – Razão <sup>232</sup>Th/<sup>238</sup>U calculada em relação ao padrão de zircão G1-1, que possui razão Th/U=<sup>232</sup>Th/<sup>238</sup>U\*0.992743); c – Amostras e padrões passam pela correção de branços de Pb e Hg; d – Rho é a correlação dos erros, definida como o quociente dos erros propagados das razões <sup>206</sup>Pb/<sup>238</sup>U e <sup>207</sup>Pb/<sup>235</sup>U; e – Corrigidas para background e fracionamento Pb/U durante a análise, valores normalizados com o material de referência G1-1 (valores ID-TIMS valores medidos); <sup>207</sup>Pb/<sup>235</sup>U calculada utilizando a relação (<sup>207</sup>Pb/<sup>206</sup>Pb)/(<sup>238</sup>U/<sup>206</sup>Pb \* 1/137.88); f – Grau de concordância; 100% (idade <sup>206</sup>Pb/<sup>238</sup>U/100\*(idade <sup>207</sup>Pb/<sup>235</sup>Pb); g – cinza claro = amostras descartadas por serem discordantes ou possuírem erro > 6%.

Dados U-Pb do padrão de zircão 91500, obtidos durante a análise da amostra Jatú6-a.

Spot Number	f206 <sup>a</sup>	Pb (ppm)	Th (ppm)	U (ppm)	Th/U <sup>b</sup>	Isotope ratios <sup>c,c</sup>				Ages (Ma)				% of Conc				
						<sup>207</sup> Pb/ <sup>235</sup> U	<sup>206</sup> Pb/ <sup>238</sup> U	<sup>1</sup> s [%]	Rho <sup>d</sup>	<sup>207</sup> Pb/ <sup>206</sup> Pb	<sup>1</sup> s [%]	<sup>207</sup> Pb/ <sup>235</sup> U	<sup>1</sup> s abs		<sup>206</sup> Pb/ <sup>238</sup> U	<sup>1</sup> s abs		
004-91500	0.005	5	8	22	0.37	1.788	0.174	2.25	0.59	0.075	3.07	1033	23	1041	40	1059	32	98
011-91500	0.005	4	7	19	0.37	1.701	0.165	4.69	0.80	0.075	3.53	984	46	1009	59	1063	38	93
088-91500	0.005	5	8	22	0.38	1.778	0.172	2.72	0.56	0.075	3.98	1023	28	1038	50	1067	42	96
095-91500	0.008	5	8	22	0.38	1.795	0.173	3.20	0.74	0.075	2.95	1031	33	1044	45	1070	32	96
016-91500	0.005	5	9	24	0.37	1.658	0.161	2.54	0.64	0.075	3.07	962	24	993	40	1062	33	91
023-91500	0.005	5	9	25	0.37	1.760	0.171	3.12	0.67	0.075	3.44	1016	32	1031	48	1064	37	95
028-91500	0.004	6	9	26	0.37	1.810	0.175	3.14	0.71	0.075	3.09	1041	33	1049	46	1066	33	98
035-91500	0.005	5	8	23	0.36	1.724	0.167	4.16	0.76	0.075	3.60	996	41	1018	56	1065	38	94
040-91500	0.005	5	7	20	0.37	1.805	0.175	3.33	0.58	0.075	4.74	1040	35	1047	61	1062	50	98
047-91500	0.004	5	9	23	0.38	1.770	0.171	1.99	0.42	0.075	4.31	1019	20	1035	49	1068	46	95
052-91500	0.006	6	10	26	0.38	1.779	0.172	4.55	0.77	0.075	3.77	1022	47	1038	61	1070	40	96
059-91500	0.004	6	9	24	0.38	1.762	0.172	4.68	0.90	0.074	2.27	1025	48	1032	54	1045	24	98
064-91500	0.006	5	8	20	0.39	1.789	0.173	3.95	0.65	0.075	4.62	1030	41	1041	63	1066	49	97
071-91500	0.007	4	7	17	0.39	1.802	0.174	4.57	0.65	0.075	5.29	1034	47	1046	73	1071	57	97
076-91500	0.006	5	8	20	0.38	1.752	0.171	2.47	0.45	0.074	4.86	1016	25	1028	56	1054	51	96
083-91500	0.005	5	8	20	0.39	1.785	0.174	2.84	0.46	0.074	5.49	1037	29	1040	64	1048	58	99
088-91500	0.005	5	8	22	0.38	1.759	0.169	3.52	0.65	0.075	4.16	1008	35	1030	56	1078	45	94
095-91500	0.008	6	8	22	0.38	1.771	0.169	4.32	0.65	0.076	5.10	1008	44	1035	69	1092	56	92
100-91500	0.005	6	9	25	0.37	1.753	0.170	2.80	0.47	0.075	5.22	1013	28	1028	61	1062	55	95
107-91500	0.015	4	7	17	0.39	1.853	0.179	5.49	0.67	0.075	6.10	1063	58	1064	87	1067	65	100

**a** – Porcentagem de <sup>206</sup>Pb comum no <sup>206</sup>Pb total. (Chemale *et al.*, 2012); **b** – Razão <sup>232</sup>Th/<sup>238</sup>U calculada em relação ao padrão de zircão GJ-1, que possui razão Th/U=<sup>232</sup>Th/<sup>238</sup>U\*0.992743); **c** – Amostras e padrões passam pela correção de brancos de Pb e Hg. **d** – Rho é a correlação dos erros, definida como o quociente os erros propagados das razões <sup>206</sup>Pb/<sup>238</sup>U e <sup>207</sup>Pb/<sup>235</sup>U; **e** – Corrigidas para background e fracionamento Pb/U durante a análise, valores normalizados com o material de referência GJ-1 (valores ID-TIMS valores medidos); <sup>207</sup>Pb/<sup>235</sup>U calculada utilizando a relação (<sup>207</sup>Pb/<sup>206</sup>Pb)/(<sup>238</sup>U/<sup>206</sup>Pb \* 1/137.88); **f** – Grau de concordância: 100\* (idade <sup>206</sup>Pb/<sup>238</sup>U/100\*(idade <sup>207</sup>Pb/<sup>206</sup>Pb)); **g** – cinza claro = amostras descartadas por serem discordantes ou possuem erro > 6%.

Jatú6-a

Dados U-Pb do padrão de zircão 91500, obtidos durante a análise da amostra Jau6-b.

Spot Number	f206 <sup>a</sup>	Pb (ppm)	Th (ppm)	U (ppm)	Th/U <sup>b</sup>	<sup>207</sup> Pb/ <sup>235</sup> U [%]	<sup>206</sup> Pb/ <sup>238</sup> U [%]	Isotope ratios <sup>c</sup>	<sup>207</sup> Pb/ <sup>206</sup> Pb	Rho <sup>d</sup>	<sup>207</sup> Pb/ <sup>206</sup> Pb	1 s [%]	<sup>206</sup> Pb/ <sup>238</sup> U	1 s abs	Ages (Ma)	<sup>207</sup> Pb/ <sup>235</sup> U	1 s abs	<sup>207</sup> Pb/ <sup>206</sup> Pb	1 s abs	% f Conc
004-91500	0.003	6	9	24	0.36	1.760	4.07	0.170	3.03	0.75	0.075	2.72	1012	31	1031	42	1073	29	94	
011-91500	0.005	5	8	23	0.37	1.733	5.64	0.167	4.32	0.77	0.075	3.62	996	43	1021	58	1073	39	93	
016-91500	0.005	6	9	25	0.37	1.780	5.81	0.173	4.98	0.86	0.075	3.01	1027	51	1038	60	1062	32	97	
024-91500	0.003	6	11	28	0.38	1.719	3.01	0.167	1.58	0.52	0.075	2.57	993	16	1016	31	1065	27	93	
029-91500	0.006	5	9	23	0.37	1.670	5.26	0.163	3.66	0.70	0.074	3.77	973	36	997	52	1051	40	93	
036-91500	0.006	6	9	25	0.37	1.686	7.84	0.163	5.55	0.71	0.075	5.54	974	54	1003	79	1068	59	91	
041-91500	0.004	5	9	24	0.38	1.848	6.21	0.178	4.50	0.73	0.075	4.27	1058	48	1063	66	1073	46	99	
048-91500	0.004	6	10	26	0.37	1.809	6.30	0.175	4.23	0.67	0.075	4.67	1042	44	1049	66	1063	50	98	
053-91500	0.004	5	9	23	0.39	1.711	7.38	0.165	5.40	0.73	0.075	5.02	982	53	1013	75	1079	54	91	
060-91500	0.004	5	8	22	0.39	1.766	6.31	0.169	2.99	0.47	0.076	5.55	1009	30	1033	65	1084	60	93	
064-91500	0.005	6	9	25	0.38	1.799	5.38	0.174	4.07	0.76	0.075	3.52	1035	42	1045	56	1066	38	97	
071-91500	0.005	5	8	21	0.38	1.841	5.98	0.178	3.91	0.65	0.075	4.52	1056	41	1060	63	1069	48	99	
076-91500	0.003	5	9	23	0.38	1.847	5.85	0.179	3.61	0.62	0.075	4.61	1060	38	1062	62	1067	49	99	
084-91500	0.005	5	8	22	0.38	1.848	8.34	0.179	6.91	0.83	0.075	4.66	1063	73	1063	89	1063	50	100	
089-91500	0.005	5	8	20	0.39	1.842	9.63	0.177	6.76	0.70	0.075	6.86	1052	71	1060	102	1078	74	98	
096-91500	0.006	5	8	22	0.39	1.773	6.67	0.172	4.28	0.64	0.075	5.12	1025	44	1036	69	1058	54	97	
108-91500	0.007	5	7	20	0.39	1.839	5.1	0.178	3.80	0.75	0.075	3.40	1054	40	1060	54	1071	36	98	
108-91500	0.007	5	7	20	0.39	1.839	5.1	0.178	3.80	0.75	0.075	3.40	1054	40	1060	54	1071	36	98	

Jau6-b

**a** – Porcentagem de <sup>206</sup>Pb comum no <sup>206</sup>Pb total, (Chemale *et al.*, 2012); **b** – Razão <sup>232</sup>Th/<sup>238</sup>U calculada em relação ao padrão de zircão GI-1, que possui razão Th/U=<sup>232</sup>Th/<sup>238</sup>U\*0.992743); **c** – Amostras e padrões passam pela correção de braços de Pb e Hg, d – Rho é a correlação dos erros, definida como o quociente os erros propagados das razões <sup>206</sup>Pb/<sup>238</sup>U e <sup>207</sup>Pb/<sup>235</sup>U; **e** – Corrigidas para *background* e fracionamento Pb/U durante a análise, valores normalizados com o material de referência GI-1 (valores ID-TIMS valores medidos); **f** – Grau de concordância: 100\*(idade <sup>206</sup>Pb/<sup>238</sup>U/100\*(idade <sup>207</sup>Pb/<sup>206</sup>Pb)); **g** – cinza claro = amostras descartadas por serem discordantes ou possuírem erro>6%.

Dados U-Pb do padrão de zircão 91500, obtidos durante a análise das duas alíquotas da amostra Paraná2.

Spot Number	f206 <sup>a</sup>	Pb (ppm)	Th (ppm)	U (ppm)	Th/U <sup>b</sup>	Isotope ratios <sup>c,e</sup>				Ages (Ma)				% f Conc					
						<sup>207</sup> Pb/ <sup>235</sup> U [%]	<sup>206</sup> Pb/ <sup>238</sup> U [%]	1 s Rho <sup>d</sup>	<sup>207</sup> Pb/ <sup>206</sup> Pb	1 s <sup>206</sup> Pb/ <sup>238</sup> U	1 s <sup>207</sup> Pb/ <sup>235</sup> U	1 s <sup>207</sup> Pb/ <sup>206</sup> Pb	1 s abs						
004-91500	0.0064	13	16	45	0.35	1.850	3.63	0.180	2.68	0.74	0.075	2.45	1065	29	1063	39	1059	26	101
011-91500	0.0065	12	15	43	0.35	1.766	3.91	0.172	3.15	0.81	0.074	2.32	1024	32	1033	40	1052	24	97
021-91500	0.0051	14	14	39	0.35	1.876	3.02	0.182	2.16	0.72	0.075	2.11	1077	23	1073	32	1064	22	101
026-91500	0.0038	14	15	43	0.34	1.881	2.73	0.182	1.85	0.68	0.075	2.01	1079	20	1074	29	1066	21	101
033-91500	0.0043	14	15	42	0.35	1.862	2.94	0.180	1.82	0.62	0.075	2.31	1068	19	1068	31	1068	25	100
040-91500	0.0030	13	16	49	0.33	1.867	4.58	0.181	3.63	0.79	0.075	2.79	1074	39	1069	49	1059	30	101
047-91500	0.0042	12	15	46	0.33	1.878	4.79	0.182	4.08	0.85	0.075	2.51	1077	44	1073	51	1067	27	101
052-91500	0.0025	14	16	50	0.33	1.858	4.44	0.180	3.19	0.72	0.075	3.09	1067	34	1066	47	1064	33	100
059-91500	0.0037	14	15	46	0.33	1.842	4.54	0.178	2.67	0.59	0.075	3.68	1058	28	1061	48	1066	39	99
064-91500	0.0036	14	15	48	0.33	1.865	3.94	0.181	3.18	0.81	0.075	2.33	1074	34	1069	42	1058	25	101
071-91500	0.0028	14	16	48	0.32	1.857	4.39	0.180	3.22	0.73	0.075	2.98	1066	34	1066	47	1066	32	100
078-91500	0.0028	14	17	51	0.33	1.874	4.94	0.181	3.89	0.79	0.075	3.05	1075	42	1072	53	1066	33	101
085-91500	0.0043	13	16	50	0.33	1.859	4.64	0.180	3.64	0.79	0.075	2.88	1066	39	1067	50	1068	31	100
090-91500	0.0038	14	16	51	0.33	1.899	4.65	0.184	3.25	0.70	0.075	3.33	1089	35	1081	50	1064	35	102
097-91500	0.0050	14	16	52	0.32	1.845	4.33	0.178	3.31	0.76	0.075	2.80	1058	35	1062	46	1069	30	99
004-91500	0.0038	13	17	52	0.33	1.858	3.48	0.180	2.48	0.71	0.075	2.44	1067	26	1066	37	1066	26	100
011-91500	0.0035	15	19	59	0.33	1.841	3.37	0.178	2.32	0.69	0.075	2.44	1056	25	1060	36	1069	26	99
016-91500	0.0038	13	17	52	0.32	1.850	4.01	0.179	3.23	0.81	0.075	2.38	1063	34	1063	43	1063	25	100
023-91500	0.0032	13	16	51	0.32	1.843	4.92	0.178	3.59	0.73	0.075	3.36	1058	38	1061	52	1067	36	99
028-91500	0.0030	13	16	51	0.32	1.866	3.84	0.180	3.03	0.79	0.075	2.36	1066	32	1069	41	1076	25	101
035-91500	0.0038	14	16	51	0.32	1.896	3.31	0.184	2.70	0.82	0.075	1.91	1087	29	1080	36	1065	20	98
040-91500	0.0027	14	19	59	0.32	1.821	4.48	0.175	3.40	0.76	0.075	2.91	1042	35	1053	47	1076	31	103
047-91500	0.0024	15	19	61	0.32	1.902	4.65	0.183	3.68	0.79	0.075	2.84	1084	40	1082	50	1077	31	99
052-91500	0.0044	12	16	52	0.32	1.777	5.04	0.171	3.88	0.77	0.075	3.22	1019	40	1037	52	1075	35	95
059-91500	0.0033	12	17	54	0.32	1.804	4.78	0.175	3.64	0.76	0.075	3.09	1037	38	1047	50	1067	33	97
064-91500	0.0029	13	19	60	0.33	1.854	4.01	0.180	2.72	0.68	0.075	2.94	1064	29	1065	43	1065	31	100
071-91500	0.0040	12	18	55	0.33	1.871	4.56	0.181	3.28	0.72	0.075	3.17	1074	35	1071	49	1065	34	99
076-91500	0.0033	13	16	51	0.33	1.855	5.07	0.179	3.88	0.77	0.075	3.26	1064	41	1065	54	1067	35	100
083-91500	0.0030	12	16	49	0.33	1.815	4.96	0.176	3.43	0.69	0.075	3.59	1044	36	1051	52	1065	38	98
088-91500	0.0033	13	15	46	0.32	1.803	4.01	0.174	2.89	0.72	0.075	2.78	1034	30	1047	42	1072	30	96
095-91500	0.0044	12	14	43	0.32	1.805	4.10	0.175	3.03	0.74	0.075	2.77	1038	31	1047	43	1067	30	97

a - Porcentagem de <sup>206</sup>Pb comum no <sup>206</sup>Pb total, (Chemale *et al.*, 2012); b - Razão <sup>232</sup>Th/<sup>238</sup>U calculada em relação ao padrão de zircão Gf-1, que possui razão Th/U=32<sup>±</sup>Th/<sup>238</sup>U=0.992743); c - Amostras e padrões passam pela correção de brancos de Pb e Hg; d - Rho é a correlação dos erros, de fíndica como o quociente os erros propagados das razões <sup>206</sup>Pb/<sup>238</sup>U e <sup>207</sup>Pb/<sup>235</sup>U; e - Comidas para *background* e fracionamento Pb/U durante a análise, valores normalizados com o material de referência Gf-1 (valores ID-TIMS-valores medidos); <sup>207</sup>Pb/<sup>235</sup>U calculada utilizando a relação (<sup>207</sup>Pb/<sup>235</sup>U)<sub>medido</sub> / (<sup>207</sup>Pb/<sup>235</sup>U)<sub>referência</sub>; f - Grau de concordância: 100 \* (Idade-<sup>206</sup>Pb/<sup>238</sup>U) / (Idade-<sup>207</sup>Pb/<sup>235</sup>U); g - Cuzca claro = amostras descartadas por serem discordantes ou possuírem erro > 6%.

### Apêndice 3. Dados Mud Tank

Dados U-Pb do padrão de zircão Mud Tank, obtidos durante a análise das duas alíquotas da amostra PAD1.

Spot Number	f206 <sup>a</sup>	Pb (ppm)	Th (ppm)	U (ppm)	Th/U <sup>b</sup>	Isotope ratios <sup>c,e</sup>				Ages (Ma)				% f Conc						
						<sup>207</sup> Pb/ <sup>e</sup> <sup>235</sup> U [%]	<sup>206</sup> Pb/ <sup>e</sup> <sup>238</sup> U [%]	1 s Rho <sup>d</sup>	<sup>207</sup> Pb/ <sup>e</sup> <sup>206</sup> Pb	1 s <sup>207</sup> Pb/ <sup>235</sup> U abs	1 s <sup>206</sup> Pb/ <sup>238</sup> U abs	1 s <sup>207</sup> Pb/ <sup>235</sup> U abs	1 s <sup>206</sup> Pb/ <sup>238</sup> U abs							
PAD1-a	003-MT	0.029	4	9	0.46	0.98	27.70	0.108	22.04	0.80	0.066	16.78	662	146	695	192	803	135	82	
	012-MT	0.029	5	11	0.45	1.01	24.69	0.116	19.38	0.78	0.063	15.30	708	137	707	175	705	108	100	
	015-MT	0.030	5	10	0.47	1.19	32.01	0.118	23.35	0.73	0.073	21.90	720	168	796	255	1013	222	71	
	024-MT	0.030	1	8	0.48	1.21	46.45	0.121	30.40	0.65	0.073	35.13	734	223	806	374	1009	354	73	
	027-MT	0.011	2	5	10	0.48	0.81	47.71	0.096	36.46	0.76	0.062	30.77	588	214	605	289	669	206	88
	036-MT	0.045	2	5	11	0.48	1.16	65.55	0.121	28.14	0.43	0.069	59.21	736	207	781	512	911	539	81
	039-MT	0.046	2	5	11	0.50	1.09	54.93	0.115	36.18	0.66	0.069	41.33	701	254	747	411	888	367	79
	048-MT	0.022	2	7	14	0.48	0.88	41.48	0.100	31.72	0.76	0.064	26.74	614	195	640	265	730	195	84
	051-MT	0.039	2	5	11	0.47	1.06	42.37	0.108	31.63	0.75	0.071	28.19	661	209	732	310	955	269	69
	060-MT	0.031	2	5	11	0.47	1.07	32.23	0.114	23.26	0.72	0.068	22.32	695	162	738	238	868	194	80
PAD1-b	003-MT	0.034	2	4	10	0.46	1.067	39.57	0.112	27.87	0.70	0.069	28.09	686	191	737	292	897	252	76
	012-MT	0.024	2	5	12	0.44	0.970	28.54	0.106	21.41	0.75	0.066	18.87	650	139	688	196	815	154	76
	015-MT	0.015	2	7	16	0.44	1.035	26.85	0.119	18.74	0.70	0.063	19.23	725	136	721	194	710	137	102
	024-MT	0.026	2	5	12	0.47	0.975	32.66	0.108	24.22	0.74	0.065	21.91	662	160	691	226	787	172	84
	027-MT	0.014	2	7	16	0.44	1.123	26.23	0.122	18.74	0.71	0.067	18.35	744	139	765	201	826	152	90
	036-MT	0.029	1	4	9	0.47	1.369	46.70	0.143	27.96	0.60	0.069	37.40	863	241	876	409	906	339	95
	039-MT	0.021	2	5	11	0.46	0.956	36.55	0.108	26.37	0.72	0.064	25.31	659	174	681	249	756	191	87
	048-MT	0.025	2	6	12	0.48	0.986	34.95	0.107	26.82	0.77	0.067	22.41	655	176	696	243	832	187	79
	051-MT	0.021	2	5	11	0.46	1.090	32.89	0.121	21.86	0.66	0.065	24.57	736	161	748	246	786	193	94
	060-MT	0.021	2	5	11	0.48	1.616	59.11	0.180	51.57	0.87	0.065	28.89	1066	550	976	577	780	225	137

a – Porcentagem de <sup>206</sup>Pb comum no <sup>206</sup>Pb total (Chemale *et al.*, 2012); b – Razão <sup>232</sup>Th/<sup>238</sup>U calculada em relação ao padrão de zircão GI-1, que possui razão <sup>232</sup>Th/<sup>238</sup>U=0.992743; c – Amostras e padrões passam pela correção de brancos de Pb e Hg; d – Rho é a correlação dos erros, definida como o quociente os erros propagados das razões <sup>206</sup>Pb/<sup>238</sup>U e <sup>207</sup>Pb/<sup>235</sup>U; e – Condições para *background* e fracionamento Pb/U durante a análise, valores normalizados com o material de referência GI-1 (valores ID-TIMS valores medidos); <sup>207</sup>Pb/<sup>235</sup>U calculada utilizando a relação (<sup>207</sup>Pb/<sup>206</sup>Pb) / (<sup>235</sup>U/<sup>238</sup>U) \* 1.137,88; f – Grau de concordância: 100% (idade <sup>206</sup>Pb/<sup>238</sup>U/100%idade <sup>207</sup>Pb/<sup>235</sup>U); g – cinza claro = amostras descartadas por serem discordantes ou possuírem erro > 6%.

Dados U-Pb do padrão de zircão Mud Tank, obtidos durante a análise da amostra Jatú6-a.

Spot Number	f206 <sup>a</sup>	Pb (ppm)	Th (ppm)	U (ppm)	Th/U <sup>b</sup>	Isotope ratios <sup>c,e</sup>				Ages (Ma)				% f Conc					
						<sup>207</sup> Pb/ <sup>235</sup> U	1 s [%]	<sup>206</sup> Pb/ <sup>238</sup> U	1 s [%]	Rho <sup>d</sup>	<sup>207</sup> Pb/ <sup>206</sup> Pb	1 s [%]	<sup>206</sup> Pb/ <sup>238</sup> U		1 s abs	<sup>207</sup> Pb/ <sup>235</sup> U	1 s abs	<sup>207</sup> Pb/ <sup>206</sup> Pb	1 s abs
087-MT	0.013	1	1	5	0.21	1.066	32.5	0.122	26.4	0.81	0.064	19	739	195	737	240	729	138	101
096-MT	0.022	2	4	9	0.42	1.064	14.6	0.121	10.9	0.75	0.064	9.69	734	80	736	107	740	72	99
015-MT	0.022	2	5	12	0.43	1.037	2.93	0.119	1.48	0.51	0.063	2.53	723	11	723	21	721	18	100
024-MT	0.013	2	4	10	0.42	1.075	10.6	0.123	7.06	0.67	0.064	7.89	745	53	741	78	730	58	102
027-MT	0.018	2	4	10	0.39	1.018	12.8	0.116	10.4	0.81	0.063	7.56	710	74	713	92	723	55	98
036-MT	0.017	1	3	7	0.42	1.061	18.2	0.121	14.4	0.79	0.063	11.1	738	106	734	134	724	81	102
039-MT	0.015	2	4	9	0.42	1.036	14.6	0.119	10.3	0.71	0.063	10.3	722	74	722	105	722	74	100
048-MT	0.008	1	4	8	0.42	1.04	21.1	0.118	14.4	0.68	0.064	15.4	720	104	724	153	737	114	98
051-MT	0.026	1	4	8	0.43	1.079	14.9	0.123	7.88	0.53	0.064	12.6	747	59	743	110	732	92	102
060-MT	0.014	2	4	9	0.42	1.166	24.1	0.131	15.4	0.64	0.064	18.5	795	122	785	189	757	140	105
063-MT	0.014	1	3	6	0.45	1.036	41	0.116	30.2	0.74	0.065	27.7	710	215	722	296	759	210	94
072-MT	0.001	1	2	5	0.34	1.079	26.1	0.119	17.1	0.65	0.066	19.7	723	123	743	194	803	158	90
075-MT	0.009	1	3	8	0.43	1.016	19.6	0.112	15	0.77	0.066	12.6	684	103	712	139	801	101	85
084-MT	0.039	1	1	5	0.25	1.046	39.5	0.113	28.1	0.71	0.067	27.8	689	194	727	287	845	234	82
087-MT	0.013	1	1	5	0.21	1.068	32.5	0.122	26.4	0.81	0.064	19	741	195	738	240	729	138	102
096-MT	0.026	1	2	6	0.35	1.078	13.4	0.119	7.14	0.53	0.066	11.4	727	52	743	100	791	90	92
099-MT	0.004	1	3	8	0.43	1.002	9.81	0.113	8.06	0.82	0.064	5.59	693	56	705	69	744	42	93
108-MT	0.018	1	3	8	0.44	1.064	16	0.122	5.2	0.33	0.063	15.1	744	39	736	118	713	108	104

a - Porcentagem de <sup>206</sup>Pb contendo <sup>206</sup>Pb total, (Chernale *et al.*, 2012); b - Razão <sup>232</sup>Th/<sup>238</sup>U calculada em relação ao padrão de zircão GJ-1, que possui razão Th/U=32.7 (±0.992743); c - Amostras e padrões passam pela correção de branços de Pb e Hg; d - Rho é a correlação dos erros, definida como o quociente dos erros propagados das razões <sup>206</sup>Pb/<sup>238</sup>U e <sup>207</sup>Pb/<sup>235</sup>U; e - Corrigidas para *background* e fracionamento Pb/U durante a análise, valores normalizados com o material de referência GJ-1 (valores ID-TIMS valores medidos); <sup>207</sup>Pb/<sup>235</sup>U calculada utilizando a relação (<sup>207</sup>Pb/<sup>206</sup>Pb) \* 1/(137.88); f - Grau de concordância: 100 \* (idade <sup>206</sup>Pb/<sup>238</sup>U/100 \* idade <sup>207</sup>Pb/<sup>235</sup>U); g - cinza claro = amostras descartadas por serem discordantes ou possuírem erro > 6%.

Dados U-Pb do padrão de zircão Mud Tank, obtidos durante a análise da amostra Jaiú6-b.

Spot Number	f206 <sup>a</sup>	Pb (ppm)	Th (ppm)	U (ppm)	Th/U <sup>b</sup>	Isotope ratios <sup>c,e</sup>				Ages (Ma)				% f Conc					
						<sup>207</sup> Pb/ <sup>235</sup> U	1 s [%]	<sup>206</sup> Pb/ <sup>238</sup> U	1 s [%]	Rho <sup>d</sup>	<sup>207</sup> Pb/ <sup>206</sup> Pb	1 s [%]	<sup>206</sup> Pb/ <sup>238</sup> U		1 s abs	<sup>207</sup> Pb/ <sup>235</sup> U	1 s abs	<sup>207</sup> Pb/ <sup>206</sup> Pb	1 s abs
003-MT	0.020	1	3	7	0.45	1.162	20.46	0.127	15.94	0.78	0.066	12.82	771	123	783	160	818	105	94
012-MT	0.019	1	3	7	0.41	0.978	22.78	0.110	17.51	0.77	0.064	14.56	674	118	693	158	753	110	90
015-MT	0.013	1	4	9	0.42	1.119	35.82	0.115	22.19	0.62	0.071	28.11	703	156	763	273	943	265	75
028-MT	0.016	2	4	9	0.43	1.096	16.95	0.124	12.28	0.72	0.064	11.68	752	92	751	127	751	88	100
037-MT	0.016	2	4	9	0.44	1.119	22.36	0.126	15.76	0.70	0.064	15.86	766	121	762	170	752	119	102
040-MT	0.014	2	4	10	0.43	1.149	12.07	0.129	7.96	0.66	0.065	9.08	781	62	777	94	765	69	102
049-MT	0.016	1	4	9	0.44	1.188	22.61	0.139	14.70	0.65	0.062	17.18	839	123	795	180	673	116	125
052-MT	0.022	1	3	8	0.43	0.993	28.40	0.114	23.60	0.83	0.063	15.80	697	164	700	199	711	112	98
061-MT	0.020	1	3	8	0.43	1.143	25.61	0.120	16.80	0.66	0.069	19.33	731	123	774	198	900	174	81
063-MT	0.013	2	5	11	0.41	0.996	17.43	0.111	13.92	0.80	0.065	10.49	677	94	702	122	783	82	86
072-MT	0.011	2	4	11	0.38	1.058	18.26	0.120	13.74	0.75	0.064	12.04	732	101	733	134	736	89	99
075-MT	0.038	1	1	5	0.21	0.998	45.97	0.112	33.45	0.73	0.065	31.53	683	228	703	323	768	242	89
085-MT	0.021	1	1	6	0.20	1.166	7.64	0.119	7.02	0.92	0.071	3.01	724	51	785	60	962	29	75
088-MT	0.015	1	4	9	0.43	1.007	24.20	0.115	19.05	0.79	0.064	14.93	700	133	707	171	730	109	96
097-MT	0.015	1	3	8	0.44	1.088	22.40	0.123	16.96	0.76	0.064	14.62	748	127	747	167	744	109	101
109-MT	0.023	1	3	8	0.43	1.196	17.62	0.138	10.92	0.62	0.063	13.82	832	91	799	141	707	98	118
109-MT	0.023	1	3	8	0.43	1.196	17.62	0.138	10.92	0.62	0.063	13.82	832	91	799	141	707	98	118

a - Porcentagem de <sup>206</sup>Pb comum no <sup>206</sup>Pb total; (Chernale *et al.*, 2012); b - Razão <sup>232</sup>Th/<sup>238</sup>U calculada em relação ao padrão de zircão GJ-1, que possui razão Th/U=<sup>232</sup>Th/<sup>238</sup>U=0.992743; c - Amostras e padrões passam pela correção de brancos de Pb e Hg; d - Rho é a correlação dos erros, definida como o quociente dos erros propagados das razões <sup>206</sup>Pb/<sup>238</sup>U e <sup>207</sup>Pb/<sup>235</sup>U; e - Corrigidas para *background* e fracionamento Pb/U durante a análise, valores normalizados com o material de referência GJ-1 (valores ID-TIMS valores medidos); <sup>207</sup>Pb/<sup>206</sup>Pb \* 100% (idade <sup>206</sup>Pb/<sup>238</sup>U/100% idade <sup>207</sup>Pb/<sup>235</sup>U); f - Grau de concordância: 100% (idade <sup>206</sup>Pb/<sup>238</sup>U/100% idade <sup>207</sup>Pb/<sup>235</sup>U); g - cinza claro = amostras descartadas por serem discordantes ou possuírem erro > 6%.

Dados U-Pb do padrão de zircão Mud Tank, obtidos durante a análise das duas alíquotas da amostra Paraná2.

Spot Number	f <sup>206</sup> a	Pb (ppm)	Th (ppm)	U (ppm)	Th/U <sup>b</sup>	Isotope ratios <sup>c</sup>				Ages (Ma)				% f Conc				
						<sup>207</sup> Pb/ <sup>235</sup> U	1 s <sup>206</sup> Pb/ <sup>238</sup> U [%]	Rho <sup>d</sup>	<sup>207</sup> Pb/ <sup>206</sup> Pb	1 s <sup>206</sup> Pb/ <sup>238</sup> U	1 s <sup>207</sup> Pb/ <sup>235</sup> U	1 s <sup>207</sup> Pb/ <sup>206</sup> Pb	1 s abs					
003-MT	0.0371	2	5	13	0.41	1.013	15.05	11.23	0.75	0.064	10.02	696	78	710	107	756	76	92
012-MT	0.0268	2	5	13	0.40	1.055	12.72	5.08	0.40	0.064	11.66	731	37	731	93	732	85	100
022-MT	0.0206	2	4	11	0.41	1.012	17.28	12.57	0.73	0.064	11.86	697	88	710	123	750	89	93
025-MT	0.0239	2	4	10	0.40	1.042	17.93	14.01	0.78	0.064	11.20	716	100	725	130	754	84	95
034-MT	0.0188	3	5	14	0.37	1.057	12.47	9.16	0.73	0.065	8.47	723	66	732	91	762	65	95
039-MT	0.0191	2	5	13	0.39	1.112	18.41	14.24	0.77	0.066	11.67	742	106	759	140	810	95	92
051-MT	0.0177	2	5	13	0.38	1.056	20.21	15.43	0.76	0.064	13.05	728	112	732	148	744	97	98
060-MT	0.0144	2	4	11	0.38	1.058	20.41	17.54	0.86	0.064	10.44	734	129	733	150	729	76	101
063-MT	0.0283	2	4	10	0.38	1.152	22.34	17.25	0.77	0.065	14.18	785	135	778	174	759	108	103
072-MT	0.0231	2	4	11	0.38	0.997	15.92	13.13	0.82	0.062	9.02	712	93	702	112	671	61	106
077-MT	0.0249	2	5	13	0.38	1.054	23.54	18.48	0.78	0.065	14.59	718	133	731	172	772	113	93
086-MT	0.0168	2	4	11	0.37	1.005	25.14	19.02	0.76	0.065	16.44	689	131	706	178	761	125	91
089-MT	0.0236	2	5	12	0.37	1.031	20.16	15.95	0.79	0.062	12.34	730	116	719	145	685	85	107
098-MT	0.0158	3	6	16	0.35	1.041	17.74	14.87	0.84	0.064	9.68	724	108	724	128	725	70	100
003-MT	0.0225	2	4	12	0.37	1.049	23.72	20.41	0.86	0.063	12.08	730	149	728	173	725	88	101
012-MT	0.0191	2	4	12	0.35	1.066	14.10	9.30	0.66	0.064	10.59	734	68	737	104	746	79	98
015-MT	0.0225	2	4	12	0.37	1.040	20.72	16.95	0.82	0.065	11.92	709	120	724	150	770	92	92
024-MT	0.0246	2	4	11	0.36	1.107	22.16	17.17	0.77	0.064	14.00	763	131	757	168	738	103	103
027-MT	0.0185	2	4	12	0.38	0.991	26.93	20.42	0.76	0.065	17.56	673	137	699	188	783	138	116
036-MT	0.0275	2	4	12	0.37	0.979	23.31	18.35	0.79	0.064	14.37	680	125	693	162	735	106	108
039-MT	0.0248	2	5	13	0.37	1.055	24.44	19.99	0.82	0.064	14.07	728	146	731	179	741	104	102
048-MT	0.0195	2	5	13	0.38	1.042	26.75	22.63	0.85	0.063	14.27	725	164	725	194	724	103	100
051-MT	0.0281	2	4	12	0.37	1.047	27.04	23.37	0.86	0.064	13.59	726	170	727	197	733	100	99
060-MT	0.0159	2	4	11	0.38	0.942	31.43	24.50	0.78	0.064	19.68	655	160	674	212	740	146	88
063-MT	0.0263	2	5	13	0.39	1.061	22.24	17.91	0.81	0.064	13.19	733	131	734	163	737	97	101
072-MT	0.0210	2	4	11	0.38	1.071	26.82	21.14	0.79	0.065	16.50	726	154	739	198	778	128	107
075-MT	0.0225	2	5	12	0.42	1.035	26.44	21.41	0.81	0.064	15.52	717	154	722	191	735	114	98
084-MT	0.0271	2	4	11	0.38	1.002	27.22	22.83	0.84	0.066	14.83	677	155	705	192	793	118	85
087-MT	0.0184	2	4	9	0.38	1.113	19.25	16.08	0.84	0.065	10.59	760	122	760	146	759	80	100
096-MT	0.0200	2	4	11	0.39	1.068	19.82	14.21	0.72	0.064	13.82	741	105	738	146	727	100	102
099-MT	0.0178	2	5	12	0.40	0.951	27.78	22.54	0.81	0.070	16.24	605	136	679	189	933	151	65
108-MT	0.0300	2	4	10	0.38	1.037	35.90	23.71	0.66	0.066	26.96	699	166	722	259	795	214	88

a - Porcentagem de <sup>206</sup>Pb com o <sup>206</sup>Pb total, (Chemale *et al.*, 2012); b - Razão <sup>207</sup>Pb/<sup>235</sup>U calculada em relação ao padrão de zircão GI-1, que possui razão Th/U=3.82; c - Amostras e padrões passaram pela correção de branco de Pb e Hg; d - Rho é a correção dos erros, definida como o quociente dos erros propagados das razões <sup>206</sup>Pb/<sup>238</sup>U e <sup>207</sup>Pb/<sup>235</sup>U; e - Corrigidas para *background* e fracionamento Pb/U durante a análise, valores normalizados com o material de referência GI-1 (valores ID-TIMS valores medidos); <sup>207</sup>Pb/<sup>206</sup>Pb; <sup>206</sup>Pb/<sup>238</sup>U calculada utilizando a relação (<sup>207</sup>Pb/<sup>206</sup>Pb) / (<sup>235</sup>U/<sup>206</sup>Pb) \* 1.137,883; f - Grau de concordância; 100% (idade <sup>206</sup>Pb/<sup>238</sup>U/100%idade <sup>207</sup>Pb/<sup>235</sup>U); g - cinza claro = amostras descartadas por serem discordantes ou possuírem erro < 6%.

### Apêndice 4. Dados PAD1-a

Dados U-Pb da amostra PAD1-a.

Spot Number	f <sup>206</sup> a	Pb (ppm)	Th (ppm)	U (ppm)	Th/U <sup>b</sup>	Isotope ratios <sup>c,e</sup>			Ages (Ma)			% f Conc							
						1 s <sup>207</sup> Pb/ e <sup>235</sup> U [%]	1 s <sup>206</sup> Pb/ e <sup>238</sup> U [%]	Rho <sup>d</sup>	1 s <sup>207</sup> Pb/ e <sup>206</sup> Pb [%]	1 s <sup>206</sup> Pb/ <sup>238</sup> U abs	1 s <sup>207</sup> Pb/ <sup>235</sup> U abs	1 s <sup>207</sup> Pb/ <sup>206</sup> Pb abs							
005-Z1-1	0.007	4	19	24	0.78	0.973	10.18	0.110	7.40	0.73	0.064	6.99	671	50	690	70	753	53	89
006-Z1-2	0.010	4	18	23	0.79	0.929	12.73	0.109	9.30	0.73	0.062	8.70	667	62	667	85	669	58	100
007-Z1-3	0.011	3	14	17	0.81	0.919	20.17	0.104	15.64	0.78	0.064	12.74	637	100	662	134	748	95	85
008-Z1-4	0.020	2	8	11	0.69	0.998	19.23	0.107	15.76	0.82	0.068	11.02	656	103	703	135	857	94	77
009-Z1-5	0.019	1	6	9	0.71	0.989	39.90	0.108	30.17	0.76	0.066	26.11	664	200	698	279	812	212	82
010-Z1-6	0.010	4	13	22	0.61	0.953	12.67	0.109	9.29	0.73	0.063	8.63	666	62	680	86	724	62	92
017-Z2-1	0.004	5	25	30	0.84	0.994	9.53	0.113	3.81	0.40	0.064	8.73	692	26	701	67	730	64	95
018-Z2-2	0.004	7	40	44	0.92	0.978	7.47	0.111	5.55	0.74	0.064	5.01	679	38	693	52	739	37	92
019-Z2-3	0.003	5	25	30	0.83	1.019	7.51	0.117	4.69	0.62	0.063	5.87	713	33	714	54	715	42	100
020-Z2-4	0.006	5	30	31	0.98	1.060	10.17	0.120	7.27	0.71	0.064	7.11	730	53	734	75	745	53	98
021-Z2-5	0.004	4	18	24	0.78	1.151	11.94	0.128	7.10	0.59	0.065	9.60	778	55	778	93	776	74	100
022-Z2-6	0.004	5	14	37	0.37	1.019	8.85	0.116	6.05	0.68	0.064	6.45	709	43	714	63	727	47	98
029-Z3-1	0.005	8	38	52	0.75	1.013	6.17	0.116	4.43	0.72	0.064	4.29	705	31	710	44	728	31	97
030-Z3-2	0.010	3	17	20	0.83	1.008	19.10	0.116	13.76	0.72	0.063	13.25	710	98	708	135	702	93	101
031-Z3-3	0.008	4	22	26	0.85	0.948	11.22	0.109	8.23	0.73	0.063	7.63	667	55	677	76	713	54	94
032-Z3-4	0.012	4	20	23	0.88	1.005	15.85	0.117	11.99	0.76	0.062	10.36	712	85	706	112	689	71	103
033-Z3-5	0.006	5	26	30	0.86	1.028	13.53	0.120	9.33	0.69	0.062	9.80	730	68	718	97	681	67	107
034-Z3-6	0.010	4	21	24	0.85	0.993	16.11	0.114	11.88	0.74	0.063	10.88	698	83	700	113	706	77	99
041-Z4-1	0.007	6	37	39	0.96	1.01	9.56	0.116	7.31	0.77	0.063	6.15	708	52	707	68	707	44	100
042-Z4-2	0.003	15	87	88	0.99	1.03	4.13	0.119	2.88	0.70	0.062	2.96	727	21	718	30	691	20	105
043-Z4-3	0.005	11	74	70	1.07	1.00	5.57	0.115	4.23	0.76	0.063	3.63	702	30	705	39	714	26	98
044-Z4-4	0.005	8	55	51	1.08	1.03	7.75	0.119	6.03	0.78	0.063	4.88	725	44	718	56	698	34	104
045-Z4-5	0.003	12	77	75	1.04	1.00	5.22	0.116	4.29	0.82	0.063	2.98	707	30	703	37	693	21	102
046-Z4-6	0.003	12	80	77	1.05	1.02	5.24	0.117	3.06	0.58	0.063	4.26	716	22	712	37	702	30	102
053-Z5-1	0.003	17	88	96	0.93	1.02	3.30	0.117	1.91	0.58	0.063	2.69	715	14	712	23	701	19	102
054-Z5-2	0.002	13	80	79	1.02	1.00	5.28	0.114	4.17	0.79	0.063	3.24	697	29	702	37	719	23	97
055-Z5-3	0.008	13	76	71	1.08	1.12	6.81	0.117	4.92	0.72	0.069	4.70	714	35	761	52	899	42	79
056-Z5-4	0.003	15	89	87	1.03	1.01	5.03	0.116	3.97	0.79	0.063	3.09	708	28	711	36	718	22	99
057-Z5-5	0.007	8	44	49	0.91	0.98	6.41	0.114	4.14	0.65	0.062	4.89	694	29	694	44	691	34	100
058-Z5-6	0.004	15	82	96	0.86	1.01	4.27	0.115	3.28	0.77	0.063	2.74	704	23	708	30	721	20	98

a - Porcentagem de <sup>206</sup>Pb comum no <sup>206</sup>Pb total. (Chemane et al., 2012); b - Razão <sup>252</sup>Th/<sup>238</sup>U calculado em relação ao padrão de zircão G1-1, que possui razão <sup>252</sup>Th/<sup>238</sup>U=0.992743; c - Amostras e padrões passam pela correção de blancos de Pb e Hg; d - Rho é a correlação dos erros, definida como o quociente dos erros propagados das razões <sup>206</sup>Pb/<sup>238</sup>U e <sup>207</sup>Pb/<sup>235</sup>U; e - Corrigidas para Decaimento e fracionamento Pb-U durante a análise, valores normalizados com o material de referência G1-1 (valores ID-TIMS valores medidos); <sup>207</sup>Pb/<sup>235</sup>U calculada utilizando a relação (<sup>207</sup>Pb/<sup>206</sup>Pb) / (<sup>238</sup>U/<sup>206</sup>Pb) \* (1/137.88); f - Grau de concordância: 100\* (ida de <sup>206</sup>Pb/<sup>238</sup>U/<sup>100\*</sup>idade <sup>207</sup>Pb/<sup>235</sup>U); g - cmza claro = amostras descartadas por serem discordantes ou positivamente >6%.

Dados U-Pb do padrão de zircão Mud Tank.

Spot Number	f <sup>206</sup>	Pb (ppm)	Th (ppm)	U (ppm)	Th/U <sup>b</sup>	Isotope ratios <sup>c,e</sup>			Ages (Ma)			% f Conc							
						<sup>207</sup> Pb/ <sup>235</sup> U [%]	<sup>206</sup> Pb/ <sup>238</sup> U [%]	1 s	Rho <sup>d</sup>	<sup>207</sup> Pb/ <sup>206</sup> Pb [%]	<sup>206</sup> Pb/ <sup>238</sup> U	1 s	<sup>207</sup> Pb/ <sup>206</sup> Pb	1 s	<sup>207</sup> Pb/ <sup>206</sup> Pb	abs	abs	abs	
003-MT	0.029	2	4	9	0.46	0.98	27.70	0.108	22.04	0.80	0.066	16.78	662	146	695	192	803	135	82
012-MT	0.029	2	5	11	0.45	1.01	24.69	0.116	19.38	0.78	0.063	15.30	708	137	707	175	705	108	100
015-MT	0.030	2	5	10	0.47	1.19	32.01	0.118	23.35	0.73	0.073	21.90	720	168	796	255	1013	222	71
024-MT	0.030	1	4	8	0.48	1.21	46.45	0.121	30.40	0.65	0.073	35.13	734	223	806	374	1009	354	73
027-MT	0.011	2	5	10	0.48	0.81	47.71	0.096	36.46	0.76	0.062	30.77	588	214	605	289	669	206	88
036-MT	0.045	2	5	11	0.48	1.16	65.55	0.121	28.14	0.43	0.069	59.21	736	207	781	512	911	539	81
039-MT	0.046	2	5	11	0.50	1.09	54.93	0.115	36.18	0.66	0.069	41.33	701	254	747	411	888	367	79
048-MT	0.022	2	7	14	0.48	0.88	41.48	0.100	31.72	0.76	0.064	26.74	614	195	640	265	730	195	84
051-MT	0.039	2	5	11	0.47	1.06	42.37	0.108	31.63	0.75	0.071	28.19	661	209	732	310	955	269	69
060-MT	0.031	2	5	11	0.47	1.07	32.23	0.114	23.26	0.72	0.068	22.32	695	162	738	238	868	194	80

a - Porcentagem de <sup>206</sup>Pb comum no <sup>206</sup>Pb total. (Chemale *et al.*, 2012); b - Razão <sup>232</sup>Th/<sup>238</sup>U calculada em relação ao padrão de zircão G1-1, que possui razão Th/U=<sup>232</sup>Th/<sup>238</sup>U\*0.992743; c - Amostras e padrões passam pela correção de brancos de Pb e Hg. d - Rho é a correlação dos erros, definida como o quociente os erros propagados das razões <sup>206</sup>Pb/<sup>238</sup>U e <sup>207</sup>Pb/<sup>235</sup>U; e - Corrigidas para *discordância* e fraçãoamento Pb/U durante a análise, valores normalizados com o material de referência G1-1 (valores ID-TIMS valores medidos); <sup>207</sup>Pb/<sup>235</sup>U calculada utilizando a relação (<sup>207</sup>Pb/<sup>206</sup>Pb) / (<sup>238</sup>U/<sup>206</sup>Pb \* 1/137,88); f - Grau de concordância: 100\* (idade <sup>206</sup>Pb/<sup>238</sup>U/100\*idade <sup>207</sup>Pb/<sup>235</sup>U); g - cinza claro = amostras descartadas por serem discordantes ou possuírem erro >6%.

Dados U-Pb do padrão de zircão 91500

Spot Number	f <sup>206</sup>	Pb (ppm)	Th (ppm)	U (ppm)	Th/U <sup>b</sup>	Isotope ratios <sup>c,e</sup>			Ages (Ma)			% f Conc							
						<sup>207</sup> Pb/ <sup>235</sup> U [%]	<sup>206</sup> Pb/ <sup>238</sup> U [%]	1 s	Rho <sup>d</sup>	<sup>207</sup> Pb/ <sup>206</sup> Pb [%]	<sup>206</sup> Pb/ <sup>238</sup> U	1 s	<sup>207</sup> Pb/ <sup>206</sup> Pb	1 s	<sup>207</sup> Pb/ <sup>206</sup> Pb	abs	abs	abs	abs
004-91500	0.006	8	12	34	0.37	1.85	6.27	0.178	4.45	0.71	0.075	4.42	1057	47	1062	67	1072	47	99
011-91500	0.006	10	14	38	0.39	1.88	4.86	0.183	3.51	0.72	0.074	3.37	1083	38	1074	52	1054	36	103
016-91500	0.003	10	16	41	0.40	1.89	4.13	0.183	3.23	0.78	0.075	2.56	1083	35	1079	45	1071	27	101
023-91500	0.005	8	13	33	0.38	1.88	6.54	0.182	4.79	0.73	0.075	4.46	1077	52	1073	70	1064	47	101
028-91500	0.006	10	17	44	0.39	1.92	5.11	0.186	3.51	0.69	0.075	3.71	1099	39	1087	56	1065	40	103
035-91500	0.005	12	21	53	0.40	1.95	5.75	0.189	4.69	0.82	0.075	3.33	1116	52	1099	63	1066	35	105
040-91500	0.004	11	19	50	0.39	1.88	4.16	0.182	2.86	0.69	0.075	3.02	1077	31	1073	45	1065	32	101
047-91500	0.005	10	17	45	0.38	1.86	7.27	0.181	5.05	0.69	0.075	5.23	1072	54	1069	78	1062	56	101
052-91500	0.004	11	18	49	0.38	1.83	5.62	0.177	3.84	0.68	0.075	4.10	1049	40	1056	59	1071	44	98
059-91500	0.004	10	16	42	0.39	1.88	5.70	0.181	4.33	0.76	0.075	3.71	1075	47	1074	61	1072	40	100

a - Porcentagem de <sup>206</sup>Pb comum no <sup>206</sup>Pb total. (Chemale *et al.*, 2012); b - Razão <sup>232</sup>Th/<sup>238</sup>U calculada em relação ao padrão de zircão G1-1, que possui razão Th/U=<sup>232</sup>Th/<sup>238</sup>U\*0.992743; c - Amostras e padrões passam pela correção de brancos de Pb e Hg. d - Rho é a correlação dos erros, definida como o quociente os erros propagados das razões <sup>206</sup>Pb/<sup>238</sup>U e <sup>207</sup>Pb/<sup>235</sup>U; e - Corrigidas para *discordância* e fraçãoamento Pb/U durante a análise, valores normalizados com o material de referência G1-1 (valores ID-TIMS valores medidos); <sup>207</sup>Pb/<sup>235</sup>U calculada utilizando a relação (<sup>207</sup>Pb/<sup>206</sup>Pb) / (<sup>238</sup>U/<sup>206</sup>Pb \* 1/137,88); f - Grau de concordância: 100\* (idade <sup>206</sup>Pb/<sup>238</sup>U/100\*idade <sup>207</sup>Pb/<sup>235</sup>U); g - cinza claro = amostras descartadas por serem discordantes ou possuírem erro >6%.

## Apêndice 5. Dados PAD1-bb

Dados U-Pb da amostra PAD1-bb

Spot Number	f206a	Pb (ppm)	Th (ppm)	U (ppm)	Th/U <sup>b</sup>	<sup>207</sup> Pb/ <sup>235</sup> U [%]	<sup>206</sup> Pb/ <sup>238</sup> U [%]	1 s Rho <sup>d</sup>	<sup>207</sup> Pb/ <sup>206</sup> Pb e <sup>206</sup> Pb [%]	1 s	Isotope ratios <sup>e</sup>	<sup>206</sup> Pb/ <sup>238</sup> U [%]	1 s	207Pb/235U abs	207Pb/206Pb	1 s	Ages (Ma)	207Pb/235U abs	1 s	207Pb/206Pb	1 s	% f Conc
005-Z1-1	0.006	5	29	35	0.84	0.950	12.22	0.109	9.06	0.74	0.063	8.20	667	60	678	83	715	59	76			
006-Z1-2	0.009	4	23	28	0.84	0.906	10.22	0.103	7.35	0.72	0.064	7.11	633	47	655	67	731	52	76			
007-Z1-3	0.014	2	13	14	0.94	0.889	27.21	0.099	20.65	0.76	0.065	17.72	608	125	646	176	783	139	76			
008-Z1-4	0.013	3	14	20	0.71	0.939	17.59	0.108	13.17	0.75	0.063	11.65	659	87	672	118	717	84	76			
009-Z1-5	0.011	3	18	21	0.87	0.947	14.29	0.106	11.02	0.77	0.065	9.10	647	71	677	97	777	71	76			
010-Z1-6	0.011	4	23	26	0.91	0.937	13.92	0.107	10.17	0.73	0.063	9.51	657	67	671	93	719	68	76			
017-Z3-1	0.003	9	64	61	1.06	1.020	7.08	0.116	5.27	0.74	0.064	4.72	706	37	714	51	739	35	96			
018-Z3-2	0.003	9	64	62	1.04	1.011	5.71	0.116	4.67	0.82	0.063	3.29	709	33	709	40	709	23	100			
019-Z3-3	0.003	8	52	50	1.05	1.029	6.44	0.119	3.78	0.59	0.063	5.22	727	27	718	46	692	36	105			
020-Z3-4	0.001	10	70	70	1.01	1.042	4.85	0.118	3.17	0.65	0.064	3.67	721	23	725	35	735	27	98			
021-Z3-5	0.002	7	46	45	1.03	1.011	8.81	0.118	7.99	0.91	0.062	3.69	716	57	709	62	687	25	104			
022-Z3-6	0.004	10	67	66	1.02	1.002	5.31	0.116	3.76	0.71	0.063	3.75	706	27	705	37	701	26	101			
029-Z4-1	0.007	6	39	45	0.88	1.045	11.55	0.114	8.60	0.74	0.067	7.71	694	60	726	84	827	64	84			
030-Z4-2	0.006	5	21	36	0.59	0.953	14.13	0.109	10.36	0.73	0.063	9.60	668	69	680	96	718	69	93			
031-Z4-3	0.009	9	40	64	0.62	1.081	9.21	0.112	5.16	0.56	0.070	7.63	685	35	744	69	928	71	74			
032-Z4-4	0.007	4	17	27	0.64	1.010	19.10	0.114	14.36	0.75	0.064	12.59	695	100	709	135	754	95	92			
033-Z4-5	0.003	6	29	43	0.68	1.003	11.76	0.115	8.72	0.74	0.063	7.89	705	61	705	83	708	56	100			
034-Z4-6	0.005	5	21	33	0.64	1.051	13.60	0.119	9.64	0.71	0.064	9.59	727	70	729	99	737	71	99			
041-Z5-1	0.002	9	35	51	0.68	1.005	5.17	0.116	4.34	0.84	0.063	2.82	707	31	706	37	703	20	101			
042-Z5-2	0.003	8	30	47	0.63	0.994	8.60	0.115	6.77	0.79	0.063	5.31	702	47	701	60	698	37	101			
043-Z5-3	0.004	4	15	22	0.67	1.147	5.98	0.132	5.53	0.93	0.063	2.27	797	44	776	46	715	16	112			
044-Z5-4	0.003	8	35	50	0.71	1.056	4.87	0.120	4.01	0.82	0.064	2.78	733	29	732	36	729	20	100			
045-Z5-5	0.003	8	30	45	0.68	1.019	7.60	0.118	6.31	0.83	0.063	4.23	717	45	714	54	704	30	102			
046-Z5-6	0.006	6	26	36	0.72	0.996	9.48	0.115	7.14	0.75	0.063	6.24	702	50	702	67	701	44	100			
053-Z6-1	0.008	5	22	23	0.92	1.037	11.34	0.121	9.39	0.83	0.062	6.37	735	69	723	82	685	44	107			
054-Z6-2	0.004	9	45	46	0.99	0.945	9.48	0.109	7.32	0.77	0.063	6.02	668	49	676	64	701	42	95			
055-Z6-3	0.006	9	43	48	0.91	1.004	5.54	0.116	4.22	0.76	0.063	3.59	709	30	706	39	696	25	102			
056-Z6-4	0.005	10	44	52	0.85	0.979	6.59	0.113	5.12	0.78	0.063	4.14	689	35	693	46	708	29	97			
057-Z65	0.006	5	26	27	0.96	0.989	9.64	0.114	7.58	0.79	0.063	5.96	698	53	698	67	697	42	100			
058-Z6-6	0.009	6	28	34	0.82	1.005	6.61	0.117	5.21	0.79	0.062	4.06	712	37	706	47	690	28	103			

a - Porcentagem de <sup>206</sup>Pb comum no <sup>206</sup>Pb total. (Chemale *et al.*, 2012); b - Razão <sup>232</sup>Th/<sup>238</sup>U calculada em relação ao padrão de zircão G1-1, que possui razão Th U=<sup>232</sup>Th/<sup>238</sup>U(0.992743); c - Amostras e padrões passam pela correção de blancos de Pb e Hg; d - Rho é a correlação dos erros, definida como o quociente os erros propagados das razões <sup>206</sup>Pb/<sup>238</sup>U e <sup>207</sup>Pb/<sup>206</sup>Pb; e - Correções para discordância e fraçãoamento Pb U durante a análise, valores normalizados com o material de referência G1-1 (valores ID-TIMS valores medidos); <sup>207</sup>Pb/<sup>206</sup>Pb ( <sup>207</sup>Pb/<sup>206</sup>Pb \* 1/137.88); f - Grau de concordância: 100\* (idade <sup>206</sup>Pb/<sup>238</sup>U/100\*idade <sup>207</sup>Pb/<sup>206</sup>Pb); g - cinza claro = amostras descartadas por serem discordantes ou possuírem erro >6%.

Dados U-Pb do padrão de zircão Mud Tank

Spot Number	f206 <sup>a</sup>	Pb (ppm)	Th (ppm)	U (ppm)	Th/U <sup>b</sup>	Isotope ratios <sup>c,e</sup>			Ages (Ma)			% f Conc							
						<sup>207</sup> Pb/ <sup>235</sup> U [%]	<sup>206</sup> Pb/ <sup>238</sup> U [%]	1 s Rho <sup>d</sup>	<sup>207</sup> Pb/ <sup>206</sup> Pb	1 s abs	<sup>207</sup> Pb/ <sup>235</sup> U	1 s abs							
003-MT	0.034	2	4	10	0.46	1.067	39.57	0.112	27.87	0.70	0.069	28.09	686	191	737	292	897	252	76
012-MT	0.024	2	5	12	0.44	0.970	28.54	0.106	21.41	0.75	0.066	18.87	650	139	688	196	815	154	76
015-MT	0.015	2	7	16	0.44	1.035	26.85	0.119	18.74	0.70	0.063	19.23	725	136	721	194	710	137	102
024-MT	0.026	2	5	12	0.47	0.975	32.66	0.108	24.22	0.74	0.065	21.91	662	160	691	226	787	172	84
027-MT	0.014	2	7	16	0.44	1.123	26.23	0.122	18.74	0.71	0.067	18.35	744	139	765	201	826	152	90
036-MT	0.029	1	4	9	0.47	1.369	46.70	0.143	27.96	0.60	0.069	37.40	863	241	876	409	906	339	95
039-MT	0.021	2	5	11	0.46	0.956	36.55	0.108	26.37	0.72	0.064	25.31	659	174	681	249	756	191	87
048-MT	0.025	2	6	12	0.48	0.986	34.95	0.107	26.82	0.77	0.067	22.41	655	176	696	243	832	187	79
051-MT	0.021	2	5	11	0.46	1.090	32.89	0.121	21.86	0.66	0.065	24.57	736	161	748	246	786	193	94
060-MT	0.021	2	5	11	0.48	1.616	59.11	0.180	51.57	0.87	0.065	28.89	1066	550	976	577	780	225	137

a - Percentagem de <sup>206</sup>Pb com base no <sup>204</sup>Pb total, (Chernale *et al.*, 2012); b - Razão <sup>232</sup>Th/<sup>238</sup>U calculada em relação ao padrão de zircão GJ-1, que possui razão Th/U=<sup>232</sup>Th/<sup>238</sup>U=0.992743; c - Amostras e padrões passam pela correção de brancos de Pb e Hg. d - Rho é a correlação dos erros, definida como o quociente os erros propagados das razões <sup>206</sup>Pb/<sup>238</sup>U e <sup>207</sup>Pb/<sup>235</sup>U; e - Corrigidas para discordância e fracionamento Pb/U durante a análise, valores normalizados com o material de referência GJ-1 (valores ID-TIMS valores medidos); <sup>207</sup>Pb/<sup>235</sup>U calculada utilizando a relação (<sup>207</sup>Pb/<sup>235</sup>U) / (<sup>238</sup>U/<sup>206</sup>Pb) \* 1/137.88; f - Grau de concordância: 100% (idade <sup>206</sup>Pb/<sup>238</sup>U/100% idade <sup>207</sup>Pb/<sup>235</sup>U); g - circunclaro = amostras descartadas por serem discordantes ou possuírem erro > 6%.

Dados U-Pb do padrão de zircão 91500

Spot Number	f206 <sup>a</sup>	Pb (ppm)	Th (ppm)	U (ppm)	Th/U <sup>b</sup>	Isotope ratios <sup>c,e</sup>			Ages (Ma)			% f Conc							
						<sup>207</sup> Pb/ <sup>235</sup> U [%]	<sup>206</sup> Pb/ <sup>238</sup> U [%]	1 s Rho <sup>d</sup>	<sup>207</sup> Pb/ <sup>206</sup> Pb	1 s abs	<sup>207</sup> Pb/ <sup>235</sup> U	1 s abs							
004-91500	0.004	11	18	45	0.40	1.890	4.69	0.182	3.61	0.77	0.075	3.00	1079	39	1078	51	1074	32	101
011-91500	0.005	8	13	34	0.38	1.847	4.89	0.179	2.39	0.49	0.075	4.27	1062	25	1062	52	1063	45	100
016-91500	0.004	10	18	49	0.38	1.870	4.37	0.182	3.09	0.71	0.075	3.10	1077	33	1071	47	1057	33	102
023-91500	0.003	10	19	50	0.39	1.820	5.32	0.177	4.06	0.76	0.074	3.43	1052	43	1053	56	1054	36	100
028-91500	0.004	11	18	48	0.38	1.976	5.92	0.191	4.43	0.75	0.075	3.92	1128	50	1107	66	1067	42	106
035-91500	0.003	10	16	45	0.37	1.901	5.75	0.183	4.07	0.71	0.075	4.07	1086	44	1082	62	1073	44	101
040-91500	0.004	11	16	42	0.38	1.868	4.83	0.182	3.88	0.80	0.075	2.87	1076	42	1070	52	1057	30	102
047-91500	0.003	13	19	50	0.39	1.868	3.50	0.181	2.55	0.73	0.075	2.40	1074	27	1070	37	1062	25	101
052-91500	0.004	11	18	49	0.38	1.830	5.62	0.177	3.84	0.68	0.075	4.10	1049	40	1056	59	1071	44	98
059-91500	0.004	10	16	42	0.39	1.880	5.70	0.181	4.33	0.76	0.075	3.71	1075	47	1074	61	1072	40	100

a - Percentagem de <sup>206</sup>Pb com base no <sup>204</sup>Pb total, (Chernale *et al.*, 2012); b - Razão <sup>232</sup>Th/<sup>238</sup>U calculada em relação ao padrão de zircão GJ-1, que possui razão Th/U=<sup>232</sup>Th/<sup>238</sup>U=0.992743; c - Amostras e padrões passam pela correção de brancos de Pb e Hg. d - Rho é a correlação dos erros, definida como o quociente os erros propagados das razões <sup>206</sup>Pb/<sup>238</sup>U e <sup>207</sup>Pb/<sup>235</sup>U; e - Corrigidas para discordância e fracionamento Pb/U durante a análise, valores normalizados com o material de referência GJ-1 (valores ID-TIMS valores medidos); <sup>207</sup>Pb/<sup>235</sup>U calculada utilizando a relação (<sup>207</sup>Pb/<sup>235</sup>U) / (<sup>238</sup>U/<sup>206</sup>Pb) \* 1/137.88; f - Grau de concordância: 100% (idade <sup>206</sup>Pb/<sup>238</sup>U/100% idade <sup>207</sup>Pb/<sup>235</sup>U); g - circunclaro = amostras descartadas por serem discordantes ou possuírem erro > 6%.

### Apêndice 6. Dados Jaú6-a

Spot Number	f206 <sup>a</sup>	Pb (ppm)	Th (ppm)	U (ppm)	Th/U <sup>b</sup>	Isotope ratios <sup>c,e</sup>			Ages (Ma)			% f Conc							
						207Pb/ e 235U [%]	206Pb/ e 238U [%]	1 s Rho <sup>d</sup>	207Pb/ e 206Pb [%]	1 s 207Pb/ 235U abs	1 s 206Pb/ 238U abs		1 s abs						
005-Z1	0.001	21	13	43	0.30	5.989	2.44	0.342	2.05	0.84	0.127	1.34	1898	39	1974	48	2056	27	92
006-Z2	0.001	15	12	37	0.34	6.221	4.06	0.356	3.32	0.82	0.127	2.34	1963	65	2007	82	2053	48	96
007-Z2A	0.011	15	14	35	0.41	4.601	5.06	0.259	4.74	0.94	0.129	1.78	1484	70	1749	89	2083	37	71
008-Z3	0.002	4	4	9	0.43	6.687	7.19	0.369	5.13	0.71	0.131	5.04	2024	104	2071	149	2118	107	96
009-Z3A	0.003	6	7	13	0.57	6.259	5.52	0.352	4.35	0.79	0.129	3.39	1943	85	2013	111	2085	71	93
010-Z3B	0.001	20	10	70	0.15	3.569	4.13	0.225	3.26	0.79	0.115	2.54	1307	43	1543	64	1882	48	69
017-Z4N	0.001	15	18	25	0.70	6.861	2.85	0.370	2.15	0.76	0.135	1.87	2028	44	2094	60	2158	40	94
018-Z4B	0.002	10	10	19	0.54	6.693	3.33	0.363	1.52	0.46	0.134	2.97	1997	30	2072	69	2147	64	93
019-Z4B1	0.004	8	8	17	0.44	5.804	3.84	0.321	2.83	0.74	0.131	2.59	1797	51	1947	75	2111	55	85
020-Z4B2	0.001	23	19	64	0.30	4.527	2.69	0.272	1.92	0.71	0.121	1.88	1551	30	1736	47	1967	37	79
021-Z5	0.001	44	70	87	0.81	5.670	1.19	0.323	0.78	0.66	0.127	0.89	1804	14	1927	23	2062	18	87
022-Z6	0.002	22	37	43	0.88	4.983	3.81	0.282	3.49	0.92	0.128	1.52	1604	56	1816	69	2070	32	77
029-Z7N	0.002	16	8	33	0.25	6.539	2.61	0.360	1.98	0.76	0.132	1.70	1984	39	2051	54	2119	36	94
030-Z7B	0.007	12	11	30	0.38	4.818	5.69	0.276	4.60	0.81	0.127	3.35	1570	72	1788	102	2052	69	77
031-Z8N	0.002	15	3	35	0.09	5.140	10.79	0.309	10.12	0.94	0.121	3.77	1735	175	1843	199	1967	74	88
032-Z8B	0.004	12	16	24	0.70	6.060	6.88	0.344	5.82	0.85	0.128	3.67	1905	111	1985	137	2069	76	92
033-Z9	0.003	15	15	30	0.51	7.323	2.04	0.400	1.29	0.63	0.133	1.58	2170	28	2152	44	2134	34	102
034-Z10	0.001	62	77	128	0.60	4.642	1.83	0.269	0.74	0.41	0.125	1.67	1538	11	1757	32	2028	34	76
041-Z11	0.009	17	14	35	0.40	5.996	2.27	0.324	1.86	0.82	0.134	1.31	1811	34	1975	45	2152	28	84
042-Z12	0.001	53	67	101	0.67	5.220	2.41	0.304	1.26	0.52	0.124	2.05	1713	22	1856	45	2019	41	85
043-Z13	0.000	76	101	120	0.85	6.884	3.23	0.386	2.00	0.62	0.129	2.54	2103	42	2097	68	2091	53	101
044-Z14	0.001	39	29	88	0.34	5.609	4.59	0.327	4.22	0.92	0.124	1.81	1825	77	1917	88	2019	37	90
045-Z14A	0.002	55	56	118	0.47	6.941	3.40	0.380	1.14	0.33	0.133	3.20	2075	24	2104	72	2132	68	97
046-Z15B	0.002	31	22	81	0.27	4.352	2.58	0.260	1.72	0.67	0.121	1.92	1489	26	1703	44	1977	38	75
053-Z16	0.003	45	21	75	0.28	6.817	2.86	0.388	1.87	0.65	0.127	2.17	2114	39	2088	60	2062	45	103
054-Z16B	0.003	87	40	324	0.12	2.889	3.95	0.198	2.57	0.65	0.106	3.01	1167	30	1379	55	1725	52	68
055-Z17N	0.002	24	24	37	0.67	7.271	2.86	0.399	2.35	0.82	0.132	1.62	2164	51	2145	61	2128	35	102
056-Z17B	0.002	24	23	41	0.56	5.847	4.34	0.336	3.62	0.83	0.126	2.40	1865	68	1953	85	2048	49	91
057-Z18N	0.002	17	13	29	0.44	6.698	2.22	0.374	1.07	0.48	0.130	1.95	2048	22	2072	46	2097	41	98
058-Z18B	0.002	20	12	74	0.17	2.732	6.63	0.191	5.11	0.77	0.104	4.22	1126	58	1337	89	1694	71	66
065-Z19	0.001	27	25	42	0.60	7.051	3.86	0.386	2.81	0.73	0.132	2.65	2105	59	2118	82	2130	57	99
066-Z20	0.006	83	59	230	0.26	4.355	4.08	0.260	3.30	0.81	0.121	2.40	1490	49	1704	70	1978	48	75

Spot Number	f206 <sup>a</sup>	Pb (ppm)	Th (ppm)	U (ppm)	Th/U <sup>b</sup>	<sup>207</sup> Pb/ e <sup>235</sup> U [%]	<sup>206</sup> Pb/ e <sup>238</sup> U [%]	1 s Rho <sup>d</sup> [%]	<sup>207</sup> Pb/ e <sup>206</sup> Pb [%]	1 s Rho <sup>d</sup> [%]	<sup>206</sup> Pb/ <sup>238</sup> U	1 s abs	<sup>207</sup> Pb/ <sup>235</sup> U	1 s abs	Ages (Ma)	1 s <sup>207</sup> Pb/ <sup>235</sup> U	1 s abs	207Pb/ 206Pb	1 s abs	% f Conc
067-Z21N	0.003	16	13	31	0.43	6.305	2.66	0.352	0.54	0.20	0.130	2.61	1942	10	2019	54	2099	55	93	
068-Z21B	0.000	98	77	175	0.44	6.471	2.67	0.368	2.15	0.81	0.128	1.58	2020	43	2042	54	2064	33	98	
069-Z22	0.003	70	56	134	0.42	6.414	1.84	0.363	1.38	0.75	0.128	1.22	1998	28	2034	37	2071	25	96	
070-Z23	0.001	67	15	160	0.10	5.388	3.54	0.311	2.80	0.79	0.126	2.16	1747	49	1883	67	2037	44	86	
077-Z24N	0.001	32	31	50	0.63	6.493	3.36	0.355	2.69	0.80	0.133	2.01	1960	53	2045	69	2132	43	92	
078-Z24B	0.000	239	60	539	0.11	5.401	3.16	0.314	2.27	0.72	0.125	2.20	1761	40	1885	60	2025	44	87	
079-Z25	0.002	73	52	130	0.41	4.074	2.17	0.235	1.44	0.66	0.126	1.63	1359	20	1649	36	2041	33	67	
080-Z26	0.001	46	59	80	0.74	5.574	2.48	0.319	1.98	0.80	0.127	1.51	1784	35	1912	47	2054	31	87	
081-Z27	0.000	81	85	149	0.58	5.580	2.47	0.317	2.12	0.86	0.128	1.27	1777	38	1913	47	2064	26	86	
082-Z28	0.001	20	26	42	0.62	4.342	4.08	0.250	3.64	0.89	0.126	1.84	1440	52	1701	69	2040	38	71	
089-Z29	0.000	103	87	196	0.44	5.856	1.12	0.334	0.45	0.41	0.127	1.02	1855	8	1955	22	2062	21	90	
090-Z30	0.001	67	66	128	0.52	5.499	1.61	0.317	1.30	0.81	0.126	0.95	1776	23	1901	31	2040	19	87	
091-Z31	0.002	54	67	103	0.65	6.012	1.96	0.339	1.22	0.62	0.129	1.53	1882	23	1978	39	2079	32	91	
092-Z32	0.011	50	43	157	0.27	3.870	3.26	0.227	2.17	0.67	0.124	2.44	1318	29	1608	52	2011	49	66	
093-Z33	0.000	70	74	127	0.58	5.702	2.89	0.326	2.70	0.93	0.127	1.05	1820	49	1932	56	2054	21	89	
094-Z34	0.005	131	98	450	0.22	3.071	5.22	0.195	4.39	0.84	0.114	2.83	1148	50	1425	74	1869	53	61	
101-Z35	0.001	46	43	95	0.46	5.687	2.21	0.326	1.66	0.75	0.126	1.45	1821	30	1929	43	2048	30	89	
102-Z36	0.001	92	67	222	0.30	4.491	5.64	0.265	5.29	0.94	0.123	1.96	1515	80	1729	97	1999	39	76	
103-Z37N	0.002	17	20	39	0.52	5.368	3.07	0.307	2.53	0.82	0.127	1.74	1728	44	1880	58	2052	36	84	
104-Z37B	0.002	22	20	40	0.51	6.476	3.11	0.358	2.33	0.75	0.131	2.06	1971	46	2043	64	2116	44	93	
105-Z38N	0.007	45	35	102	0.34	4.956	2.27	0.282	1.97	0.87	0.127	1.13	1604	32	1812	41	2061	23	78	
106-Z38B	0.002	27	20	51	0.40	5.572	2.25	0.320	1.40	0.62	0.126	1.76	1791	25	1912	43	2045	36	88	

a - Percentagem de <sup>206</sup>Pb comum no <sup>206</sup>Pb total, (Chemale *et al.*, 2012); b - Razão <sup>232</sup>Th/<sup>238</sup>U calculada em relação ao padrão de zircão G1-1, que possui razão Th/U=232Th/<sup>238</sup>U=0.992743; c - Amostras e padrões passam pela correção de brancos de Pb e Hg; d - Rho é a correlação dos erros, devida como o quociente os erros propagados das razões <sup>206</sup>Pb/<sup>238</sup>U e <sup>207</sup>Pb/<sup>235</sup>U; e - Corrigidas para *background* e fração de <sup>206</sup>Pb/U durante a análise, valores normalizados com o material de referência G1-1 (valores ID-TIMS valores medidos); <sup>207</sup>Pb/<sup>235</sup>U calculada utilizando a relação (<sup>207</sup>Pb/<sup>206</sup>Pb) / (<sup>238</sup>U/<sup>206</sup>Pb \* 1/137.88); f - Grau de concordância: 100\* (ida de <sup>206</sup>Pb/<sup>238</sup>U/100\*idade <sup>207</sup>Pb/<sup>235</sup>U); g - cinza claro = amostras descartadas por serem discordantes ou possuírem erro > 6%.

Dados U-Pb do padrão de zircão Mud Tank

Spot Number	f206 <sup>a</sup>	Pb (ppm)	Th (ppm)	U (ppm)	Th/U <sup>b</sup>	$\frac{^{207}\text{Pb}}{^{235}\text{U}}$ e $\pm 2\sigma$	$\frac{^{206}\text{Pb}}{^{238}\text{U}}$ e $\pm 2\sigma$ [%]	1 s [%]	Rho <sup>d</sup>	$\frac{^{207}\text{Pb}}{^{206}\text{Pb}}$ e $\pm 2\sigma$	1 s [%]	$\frac{^{206}\text{Pb}}{^{238}\text{U}}$	1 s abs	$\frac{^{207}\text{Pb}}{^{235}\text{U}}$	1 s abs	Ages (Ma)	$\frac{^{207}\text{Pb}}{^{206}\text{Pb}}$	1 s abs	1 s abs	% f Conc
087-MT	0.013	1	1	5	0.21	1.066	0.122	26.43	0.81	0.064	18.97	739	195	737	240	729	138	101		
096-MT	0.022	2	4	9	0.42	1.064	0.121	10.90	0.75	0.064	9.69	734	80	736	107	740	72	99		
015-MT	0.022	2	5	12	0.43	1.037	0.119	1.48	0.51	0.063	2.53	723	11	723	21	721	18	100		
024-MT	0.013	2	4	10	0.42	1.075	0.123	7.06	0.67	0.064	7.89	745	53	741	78	730	58	102		
027-MT	0.018	2	4	10	0.39	1.018	0.116	10.38	0.81	0.063	7.56	710	74	713	92	723	55	98		
036-MT	0.017	1	3	7	0.42	1.061	0.121	14.42	0.79	0.063	11.12	738	106	734	134	724	81	102		
039-MT	0.015	2	4	9	0.42	1.036	0.119	10.27	0.71	0.063	10.32	722	74	722	105	722	74	100		
048-MT	0.008	1	4	8	0.42	1.040	0.118	14.41	0.68	0.064	15.40	720	104	724	153	737	114	98		
051-MT	0.026	1	4	8	0.43	1.079	0.123	7.88	0.53	0.064	12.59	747	59	743	110	732	92	102		
060-MT	0.014	2	4	9	0.42	1.166	0.131	15.35	0.64	0.064	18.52	795	122	785	189	757	140	105		
063-MT	0.014	1	3	6	0.45	1.036	0.116	30.23	0.74	0.065	27.67	710	215	722	296	759	210	94		
072-MT	0.001	1	2	5	0.34	1.079	0.119	17.05	0.65	0.066	19.73	723	123	743	194	803	158	90		
075-MT	0.009	1	3	8	0.43	1.016	0.112	14.99	0.77	0.066	12.61	684	103	712	139	801	101	85		
084-MT	0.039	1	1	5	0.25	1.046	0.113	28.10	0.71	0.067	27.76	689	194	727	287	845	234	82		
087-MT	0.013	1	1	5	0.21	1.068	0.122	26.37	0.81	0.064	18.97	741	195	738	240	729	138	102		
096-MT	0.026	1	2	6	0.35	1.078	0.119	7.14	0.53	0.066	11.38	727	52	743	100	791	90	92		
099-MT	0.004	1	3	8	0.43	1.002	0.113	8.06	0.82	0.064	5.59	693	56	705	69	744	42	93		
108-MT	0.018	1	3	8	0.44	1.064	0.122	5.20	0.33	0.063	15.11	744	39	736	118	713	108	104		

a - Porcentagem de <sup>206</sup>Pb, com um no <sup>206</sup>Pb total. (Chemale *et al.*, 2012); b - Razão <sup>232</sup>Th/<sup>238</sup>U calculada em relação ao padrão de zircão GJ-1, que possui razão Th/U=<sup>232</sup>Th/<sup>238</sup>U\*0.992743; c - Amostras e padrões passam pela correção de brancos de Pb e Hg; d - Rho é a correlação dos erros, definida como o quociente os erros propagados das razões <sup>206</sup>Pb/<sup>238</sup>U e <sup>207</sup>Pb/<sup>235</sup>U; e - Corrigidas para *delta* <sup>206</sup>Pb/<sup>238</sup>U e <sup>207</sup>Pb/<sup>235</sup>U; f - Grau de concordância: 100% (idade <sup>206</sup>Pb/<sup>238</sup>U/100% idade <sup>207</sup>Pb/<sup>235</sup>U); g - cinza claro = amostras descartadas por serem discordantes ou possuírem erro > 6%.

Dados U-Pb do padrão de zircão 91500

Spot Number	f206 <sup>a</sup>	Pb (ppm)	Th (ppm)	U (ppm)	Th/U <sup>b</sup>	<sup>207</sup> Pb/ <sup>235</sup> U [%]	1 s	<sup>206</sup> Pb/ <sup>238</sup> U [%]	1 s	<sup>206</sup> Pb/ <sup>238</sup> U [%]	Rho <sup>d</sup>	<sup>207</sup> Pb/ <sup>206</sup> Pb	1 s	<sup>207</sup> Pb/ <sup>235</sup> U [%]	Ages (Ma)	1 s	<sup>207</sup> Pb/ <sup>206</sup> Pb	1 s	abs	abs	% f Conc
004-91500	0.005	5	8	22	0.37	1.788	3.80	0.174	2.25	0.59	0.075	0.075	3.07	1041	40	1033	23	1059	32	98	
011-91500	0.005	4	7	19	0.37	1.701	5.87	0.165	4.69	0.80	0.075	0.075	3.53	1009	59	984	46	1063	38	93	
088-91500	0.005	5	8	22	0.38	1.778	4.82	0.172	2.72	0.56	0.075	0.075	3.98	1038	50	1023	28	1067	42	96	
095-91500	0.008	5	8	22	0.38	1.795	4.36	0.173	3.20	0.74	0.075	0.075	2.95	1044	45	1031	33	1070	32	96	
016-91500	0.005	5	9	24	0.37	1.658	3.98	0.161	2.54	0.64	0.075	0.075	3.07	993	40	962	24	1062	33	91	
023-91500	0.005	5	9	25	0.37	1.760	4.64	0.171	3.12	0.67	0.075	0.075	3.44	1031	48	1016	32	1064	37	95	
028-91500	0.004	6	9	26	0.37	1.810	4.41	0.175	3.14	0.71	0.075	0.075	3.09	1049	46	1041	33	1066	33	98	
035-91500	0.005	5	8	23	0.36	1.724	5.50	0.167	4.16	0.76	0.075	0.075	3.60	1018	56	996	41	1065	38	94	
040-91500	0.005	5	7	20	0.37	1.805	5.79	0.175	3.33	0.58	0.075	0.075	4.74	1047	61	1040	35	1062	50	98	
047-91500	0.004	5	9	23	0.38	1.770	4.75	0.171	1.99	0.42	0.075	0.075	4.31	1035	49	1019	20	1068	46	95	
052-91500	0.006	6	10	26	0.38	1.779	5.91	0.172	4.55	0.77	0.075	0.075	3.77	1038	61	1022	47	1070	40	96	
059-91500	0.004	6	9	24	0.38	1.762	5.20	0.172	4.68	0.90	0.074	0.074	2.27	1032	54	1025	48	1045	24	98	
064-91500	0.006	5	8	20	0.39	1.789	6.08	0.173	3.95	0.65	0.075	0.075	4.62	1041	63	1030	41	1066	49	97	
071-91500	0.007	4	7	17	0.39	1.802	6.99	0.174	4.57	0.65	0.075	0.075	5.29	1046	73	1034	47	1071	57	97	
076-91500	0.006	5	8	20	0.38	1.752	5.45	0.171	2.47	0.45	0.074	0.074	4.86	1028	56	1016	25	1054	51	96	
083-91500	0.005	5	8	20	0.39	1.785	6.18	0.174	2.84	0.46	0.074	0.074	5.49	1040	64	1037	29	1048	58	99	
088-91500	0.005	5	8	22	0.38	1.759	5.45	0.169	3.52	0.65	0.075	0.075	4.16	1030	56	1008	35	1078	45	94	
095-91500	0.008	6	8	22	0.38	1.771	6.68	0.169	4.32	0.65	0.076	0.076	5.10	1035	69	1008	44	1092	56	92	
100-91500	0.005	6	9	25	0.37	1.753	5.92	0.170	2.80	0.47	0.075	0.075	5.22	1028	61	1013	28	1062	55	95	
107-91500	0.015	4	7	17	0.39	1.853	8.21	0.179	5.49	0.67	0.075	0.075	6.10	1064	87	1063	58	1067	65	100	

a - Porcentagem de <sup>206</sup>Pb comum no <sup>206</sup>Pb total (Chemale *et al.*, 2012); b - Razão <sup>232</sup>Th/<sup>238</sup>U calculada em relação ao padrão de zircão 91500, que possui razão Th/U=0.99743; c - Amostras e padrões passam pela correção de brancos de Pb e Hg; d - Rho é a correlação dos erros, definida como o quociente os erros propagados das razões <sup>207</sup>Pb/<sup>235</sup>U; e - Corrigidas para background e fracionamento Pb-U durante a análise, valores normalizados com o material de referência G1-1 (valores ID-TIMS valores médios); <sup>207</sup>Pb/<sup>235</sup>U calculada utilizando a relação (<sup>207</sup>Pb/<sup>206</sup>Pb) / (<sup>238</sup>U/<sup>235</sup>U) \* 1137,88; f - Grau de concordância; 100% (da de <sup>206</sup>Pb/<sup>238</sup>U/100% idade - <sup>207</sup>Pb/<sup>235</sup>U); g - cinza claro - amostras descartadas por serem discordantes ou possuírem erro > 6%.

## Apêndice 7. Dados Jaú6-b

Spot Number	f206 <sup>a</sup>	Pb (ppm)	Th (ppm)	U (ppm)	Th/U <sup>b</sup>	Isotope ratios <sup>c,e</sup>				Ages (Ma)				% f Conc					
						<sup>207</sup> Pb/ <sup>235</sup> U [%]	<sup>206</sup> Pb/ <sup>238</sup> U [%]	1 s [%]	Rho <sup>d</sup>	<sup>207</sup> Pb/ <sup>235</sup> U [%]	1 s [%]	<sup>207</sup> Pb/ <sup>235</sup> U abs	1 s abs						
005-Z1	0.005	27	6	115	0.05	1.905	4.37	0.146	3.49	0.80	0.095	2.64	879	31	1083	47	1519	40	58
006-Z2	0.001	38	26	98	0.26	5.053	2.84	0.295	2.12	0.75	0.124	1.89	1665	35	1828	52	2019	38	82
007-Z2A	0.001	50	27	135	0.20	4.671	1.50	0.272	1.01	0.67	0.124	1.11	1552	16	1762	26	2021	22	77
008-Z3	0.001	25	28	43	0.67	6.727	2.55	0.364	1.94	0.76	0.134	1.65	2000	39	2076	53	2153	36	93
009-Z3B	0.001	59	10	122	0.08	6.566	2.65	0.366	2.41	0.91	0.130	1.10	2010	48	2055	54	2100	23	96
010-Z4	0.003	15	16	29	0.57	5.154	3.67	0.286	3.13	0.85	0.131	1.91	1623	51	1845	68	2106	40	77
017-Z5N	0.005	14	10	37	0.28	5.322	4.65	0.315	4.25	0.92	0.122	1.87	1767	75	1872	87	1991	37	89
018-Z5B	0.001	26	23	60	0.39	5.317	4.20	0.305	3.29	0.78	0.126	2.61	1718	57	1872	79	2047	53	84
019-Z6N	0.019	18	24	46	0.52	5.120	2.17	0.258	1.35	0.62	0.144	1.70	1480	20	1839	40	2275	39	65
020-Z6B	0.001	20	16	49	0.32	5.464	2.09	0.316	1.60	0.76	0.126	1.35	1768	28	1895	40	2037	28	87
021-Z7	0.005	16	7	53	0.13	3.373	6.02	0.199	4.11	0.68	0.123	4.39	1170	48	1498	90	1999	88	59
022-Z8N	0.005	32	27	74	0.36	6.065	2.83	0.329	1.98	0.70	0.134	2.03	1833	36	1985	56	2147	44	85
023-Z8B	0.001	22	40	45	0.89	6.006	2.60	0.336	2.05	0.79	0.130	1.59	1867	38	1977	51	2093	33	89
030-Z9N	0.003	11	11	23	0.50	6.135	3.75	0.338	3.24	0.86	0.132	1.90	1878	61	1995	75	2119	40	89
031-Z9B	0.003	36	17	154	0.11	2.768	4.96	0.172	4.53	0.91	0.116	2.01	1025	46	1347	67	1902	38	54
032-Z10	0.002	30	31	84	0.37	4.895	3.99	0.282	3.19	0.80	0.126	2.40	1602	51	1801	72	2040	49	79
033-Z11N	0.004	96	187	242	0.78	4.426	4.20	0.231	3.83	0.91	0.139	1.71	1339	51	1717	72	2216	38	60
034-Z11B	0.001	29	27	76	0.35	4.762	4.01	0.277	3.46	0.86	0.125	2.01	1577	55	1778	71	2024	41	78
035-Z12N	0.003	66	96	174	0.56	4.124	3.42	0.241	3.08	0.90	0.124	1.48	1391	43	1659	57	2017	30	69
042-Z12B	0.000	154	79	367	0.22	5.772	1.03	0.336	0.66	0.65	0.125	0.78	1868	12	1942	20	2022	16	92
043-Z13N	0.001	32	43	59	0.73	6.929	2.72	0.382	1.88	0.69	0.132	1.97	2084	39	2102	57	2121	42	98
044-Z13B	0.002	46	46	146	0.32	4.374	2.52	0.260	2.03	0.80	0.122	1.50	1491	30	1708	43	1984	30	75
045-Z14	0.003	56	62	111	0.56	6.444	2.15	0.359	1.32	0.61	0.130	1.70	1975	26	2038	44	2103	36	94
046-Z15N	0.002	111	173	230	0.76	6.278	1.13	0.351	0.70	0.61	0.130	0.89	1939	13	2015	23	2094	19	93
047-Z15B	0.000	64	70	137	0.52	6.149	1.15	0.351	0.68	0.59	0.127	0.93	1938	13	1997	23	2059	19	94
054-Z16	0.000	145	175	293	0.60	6.490	1.92	0.366	1.47	0.76	0.128	1.24	2012	29	2045	39	2077	26	97
055-Z17	0.003	192	178	443	0.40	5.577	1.36	0.320	0.61	0.45	0.126	1.22	1791	11	1913	26	2047	25	87
056-Z18	0.002	127	192	189	1.02	7.422	1.05	0.402	0.59	0.56	0.134	0.87	2178	13	2164	23	2150	19	101
057-Z19	0.009	201	92	669	0.14	3.821	1.70	0.224	1.23	0.72	0.124	1.18	1304	16	1597	27	2009	24	65
058-Z20	0.003	50	52	92	0.57	6.846	1.91	0.374	1.61	0.84	0.133	1.04	2046	33	2092	40	2137	22	96
059-Z21	0.002	16	12	29	0.40	6.738	2.83	0.364	1.96	0.69	0.134	2.04	2002	39	2078	59	2154	44	93
065-Z22	0.000	83	90	178	0.51	5.147	1.50	0.298	1.11	0.74	0.125	1.01	1682	19	1844	28	2032	21	83
066-Z23	0.002	97	30	297	0.10	2.886	8.75	0.178	8.01	0.92	0.117	3.51	1058	85	1378	121	1916	67	55

Dados U-Pb da amostra Jaú6-b

Spot Number	f206 <sup>a</sup>	Pb (ppm)	Th (ppm)	U (ppm)	Th/U <sup>b</sup>	<sup>207</sup> Pb/ <sup>235</sup> U	1 s [%]	<sup>206</sup> Pb/ <sup>238</sup> U	1 s [%]	Rho <sup>d</sup>	<sup>207</sup> Pb/ <sup>206</sup> Pb	1 s [%]	<sup>206</sup> Pb/ <sup>238</sup> U	1 s abs	<sup>207</sup> Pb/ <sup>235</sup> U	1 s abs	Ages (Ma)	1 s abs	<sup>207</sup> Pb/ <sup>206</sup> Pb	1 s abs	% f Conc
067-Z24	0.004	52	80	95	0.85	6.718	3.44	0.360	2.34	0.68	0.136	2.52	1980	46	2075	71	2171	55	2171	55	91
068-Z25	0.002	19	23	36	0.64	6.309	4.19	0.348	3.31	0.79	0.131	2.57	1926	64	2020	85	2117	54	2117	54	91
069-Z26	0.009	14	13	35	0.39	5.384	3.63	0.290	2.35	0.65	0.134	2.77	1644	39	1882	68	2157	60	2157	60	76
070-Z27	0.002	25	7	84	0.09	3.461	4.57	0.211	4.26	0.93	0.119	1.67	1233	52	1518	69	1942	32	1942	32	64
078-Z28N	0.002	16	33	32	1.04	6.016	3.60	0.332	2.99	0.83	0.131	2.00	1850	55	1978	71	2115	42	2115	42	87
079-Z28B	0.003	23	9	91	0.09	3.237	3.75	0.199	3.16	0.84	0.118	2.03	1171	37	1466	55	1924	39	1924	39	61
080-Z29	0.001	70	37	238	0.16	3.828	3.03	0.235	2.92	0.96	0.118	0.81	1363	40	1599	48	1926	16	1926	16	71
081-Z30	0.002	16	25	33	0.77	5.837	2.80	0.334	2.25	0.80	0.127	1.66	1860	42	1952	55	2051	34	2051	34	91
082-Z31N	0.041	5	4	13	0.31	5.101	14.33	0.229	10.44	0.73	0.161	9.82	1332	139	1836	263	2469	242	2469	242	54
083-Z31B	0.009	8	9	19	0.47	6.042	6.97	0.313	5.42	0.78	0.140	4.39	1757	95	1982	138	2225	98	2225	98	79
090-Z32	0.004	6	6	10	0.58	6.995	7.84	0.379	5.78	0.74	0.134	5.29	2070	120	2111	165	2151	114	2151	114	96
091-Z33	0.009	4	5	9	0.55	6.245	2.49	0.346	1.88	0.75	0.131	1.63	1916	36	2011	50	2109	34	2109	34	91
092-Z34	0.003	14	20	33	0.60	5.025	2.41	0.293	1.64	0.68	0.124	1.77	1658	27	1824	44	2019	36	2019	36	82
093-Z35N	0.000	62	69	116	0.60	6.465	2.27	0.363	1.72	0.76	0.129	1.48	1998	34	2041	46	2085	31	2085	31	96
094-Z35B1	0.000	58	58	108	0.54	6.419	3.62	0.359	2.84	0.79	0.130	2.24	1980	56	2035	74	2091	47	2091	47	95
095-Z35B2	0.003	26	20	54	0.38	5.791	3.38	0.322	2.72	0.81	0.130	2.00	1801	49	1945	66	2102	42	2102	42	86
102-Z36N	0.001	39	55	73	0.75	5.992	3.30	0.343	1.84	0.56	0.127	2.74	1900	35	1975	65	2054	56	2054	56	92
103-Z36B1	0.001	65	91	107	0.85	6.222	2.92	0.353	1.98	0.68	0.128	2.14	1950	39	2008	59	2068	44	2068	44	94
104-Z36B2	0.001	34	18	78	0.23	5.428	3.30	0.320	1.76	0.53	0.123	2.79	1789	31	1889	62	2002	56	2002	56	89
105-Z37A	0.001	35	30	70	0.43	5.927	2.73	0.336	2.04	0.75	0.128	1.82	1868	38	1965	54	2070	38	2070	38	90
106-Z37B	0.001	50	51	92	0.56	6.331	2.05	0.357	1.29	0.63	0.129	1.59	1967	25	2023	41	2080	33	2080	33	95
107-Z37C	0.005	9	14	19	0.75	3.233	9.74	0.185	8.78	0.90	0.127	4.23	1094	96	1465	143	2054	87	2054	87	53

a - Percentagem de <sup>206</sup>Pb, com o <sup>206</sup>Pb total, (Chemale *et al.*, 2012); b - Razão <sup>232</sup>Th/<sup>238</sup>U calculada em relação ao padrão de zircão G1-1, que possui razão <sup>232</sup>Th/<sup>238</sup>U = 0.992743; c - Amostras e padrões passam pela correção de brancos de Pb e Hg. d - Rho é a correlação dos erros, definida como o quociente os erros propagados das razões <sup>206</sup>Pb/<sup>238</sup>U e <sup>207</sup>Pb/<sup>235</sup>U; e - Corrigidas para <sup>206</sup>Pb e <sup>207</sup>Pb durante a análise, valores normalizados com o material de referência G1-1 (valores ID-TIMS valores medidos); <sup>207</sup>Pb/<sup>235</sup>U calculada utilizando a relação (<sup>207</sup>Pb/<sup>206</sup>Pb) \* (1/13.788); f - Grau de concordância: 100% (ida de <sup>206</sup>Pb/<sup>238</sup>U \* 100% idade <sup>207</sup>Pb/<sup>235</sup>U); g - cinza claro = amostras descartadas por serem discordantes ou possuírem erro > 6%.

Dados U-Pb do padrão de zircão Mud Tank

Spot Number	f206 <sup>a</sup>	Pb (ppm)	Th (ppm)	U (ppm)	Th/U <sup>b</sup>	<sup>207</sup> Pb/ <sup>e</sup> <sub>238U</sub>	<sup>206</sup> Pb/ <sup>e</sup> <sub>238U</sub> [%]	<sup>207</sup> Pb/ <sup>e</sup> <sub>238U</sub> [%]	Rho <sup>d</sup>	<sup>207</sup> Pb/ <sup>e</sup> <sub>206Pb</sub>	1 s [%]	<sup>206</sup> Pb/ <sup>e</sup> <sub>238U</sub> [%]	1 s [%]	<sup>206</sup> Pb/ <sup>e</sup> <sub>238U</sub>	1 s abs	<sup>207</sup> Pb/ <sup>e</sup> <sub>238U</sub>	1 s abs	Ages (Ma)	<sup>207</sup> Pb/ <sup>e</sup> <sub>238U</sub>	1 s abs	<sup>207</sup> Pb/ <sup>e</sup> <sub>206Pb</sub>	1 s abs	% f Conc
003-MT	0.020	1	3	7	0.45	1.162	20.46	0.127	15.94	0.78	0.066	12.82	771	123	783	160	818	105	94				
012-MT	0.019	1	3	7	0.41	0.978	22.78	0.110	17.51	0.77	0.064	14.56	674	118	693	158	753	110	90				
015-MT	0.013	1	4	9	0.42	1.119	35.82	0.115	22.19	0.62	0.071	28.11	703	156	763	273	943	265	75				
028-MT	0.016	2	4	9	0.43	1.096	16.95	0.124	12.28	0.72	0.064	11.68	752	92	751	127	751	88	100				
037-MT	0.016	2	4	9	0.44	1.119	22.36	0.126	15.76	0.70	0.064	15.86	766	121	762	170	752	119	102				
040-MT	0.014	2	4	10	0.43	1.149	12.07	0.129	7.96	0.66	0.065	9.08	781	62	777	94	765	69	102				
049-MT	0.016	1	4	9	0.44	1.188	22.61	0.139	14.70	0.65	0.062	17.18	839	123	795	180	673	116	125				
052-MT	0.022	1	3	8	0.43	0.993	28.40	0.114	23.60	0.83	0.063	15.80	697	164	700	199	711	112	98				
061-MT	0.020	1	3	8	0.43	1.143	25.61	0.120	16.80	0.66	0.069	19.33	731	123	774	198	900	174	81				
063-MT	0.013	2	5	11	0.41	0.996	17.43	0.111	13.92	0.80	0.065	10.49	677	94	702	122	783	82	86				
072-MT	0.011	2	4	11	0.38	1.058	18.26	0.120	13.74	0.75	0.064	12.04	732	101	733	134	736	89	99				
075-MT	0.038	1	1	5	0.21	0.998	45.97	0.112	33.45	0.73	0.065	31.53	683	228	703	323	768	242	89				
085-MT	0.021	1	1	6	0.20	1.166	7.64	0.119	7.02	0.92	0.071	3.01	724	51	785	60	962	29	75				
088-MT	0.015	1	4	9	0.43	1.007	24.20	0.115	19.05	0.79	0.064	14.93	700	133	707	171	730	109	96				
097-MT	0.015	1	3	8	0.44	1.088	22.40	0.123	16.96	0.76	0.064	14.62	748	127	747	167	744	109	101				
109-MT	0.023	1	3	8	0.43	1.196	17.62	0.138	10.92	0.62	0.063	13.82	832	91	799	141	707	98	118				
109-MT	0.023	1	3	8	0.43	1.196	17.62	0.138	10.92	0.62	0.063	13.82	832	91	799	141	707	98	118				

a - Porcentagem de <sup>206</sup>Pb, corrigida no <sup>206</sup>Pb total, (Chernale et al, 2012); b - Razão <sup>232</sup>Th/<sup>238</sup>U calculada em relação ao padrão de zircão G1-1, que possui razão Th/U = <sup>232</sup>Th/<sup>238</sup>U \* 0.992743; c - Amostras e padrões passam pela correção de brancos de Pb e Hg; d - Rho é a correlação dos erros, definida como o quociente os erros propagados das razões <sup>207</sup>Pb/<sup>238</sup>U e <sup>206</sup>Pb/<sup>238</sup>U; e - Comidas para *background* e fracionamento Pb/U durante a análise, valores normalizados com o material de referência G1-1 (valores ID-TIMS valores medidos); <sup>207</sup>Pb/<sup>238</sup>U calculada utilizando a relação (<sup>207</sup>Pb/<sup>238</sup>U) / (<sup>238</sup>U/<sup>206</sup>Pb \* 1/137.88); f - Grau de concordância: 100 \* (da de <sup>206</sup>Pb/<sup>238</sup>U / 100 \* idade <sup>207</sup>Pb/<sup>206</sup>Pb); g - cinza claro = amostras descartadas por serem discordantes ou possuírem erro > 6%.

Dados U-Pb do padrão de zircão 91500.

Spot Number	f206 <sup>a</sup>	Pb (ppm)	Th (ppm)	U (ppm)	Th/U <sup>b</sup>	Isotope ratios <sup>c,e</sup>			Ages (Ma)			% f Conc							
						<sup>207</sup> Pb/ <sup>235</sup> U [%]	<sup>206</sup> Pb/ <sup>238</sup> U [%]	Rho <sup>d</sup>	<sup>207</sup> Pb/ <sup>206</sup> Pb [%]	<sup>206</sup> Pb/ <sup>238</sup> U	<sup>207</sup> Pb/ <sup>235</sup> U		1 s abs						
004-91500	0.003	6	9	24	0.36	1.760	4.07	0.170	3.03	0.75	0.075	2.72	1012	31	1031	42	1073	29	94
011-91500	0.005	5	8	23	0.37	1.733	5.64	0.167	4.32	0.77	0.075	3.62	996	43	1021	58	1073	39	93
016-91500	0.005	6	9	25	0.37	1.780	5.81	0.173	4.98	0.86	0.075	3.01	1027	51	1038	60	1062	32	97
024-91500	0.003	6	11	28	0.38	1.719	3.01	0.167	1.58	0.52	0.075	2.57	993	16	1016	31	1065	27	93
029-91500	0.006	5	9	23	0.37	1.670	5.26	0.163	3.66	0.70	0.074	3.77	973	36	997	52	1051	40	93
036-91500	0.006	6	9	25	0.37	1.686	7.84	0.163	5.55	0.71	0.075	5.54	974	54	1003	79	1068	59	91
041-91500	0.004	5	9	24	0.38	1.848	6.21	0.178	4.50	0.73	0.075	4.27	1058	48	1063	66	1073	46	99
048-91500	0.004	6	10	26	0.37	1.809	6.30	0.175	4.23	0.67	0.075	4.67	1042	44	1049	66	1063	50	98
053-91500	0.004	5	9	23	0.39	1.711	7.38	0.165	5.40	0.73	0.075	5.02	982	53	1013	75	1079	54	91
060-91500	0.004	5	8	22	0.39	1.766	6.31	0.169	2.99	0.47	0.076	5.55	1009	30	1033	65	1084	60	93
064-91500	0.005	6	9	25	0.38	1.799	5.38	0.174	4.07	0.76	0.075	3.52	1035	42	1045	56	1066	38	97
071-91500	0.005	5	8	21	0.38	1.841	5.98	0.178	3.91	0.65	0.075	4.52	1056	41	1060	63	1069	48	99
076-91500	0.003	5	9	23	0.38	1.847	5.85	0.179	3.61	0.62	0.075	4.61	1060	38	1062	62	1067	49	99
084-91500	0.005	5	8	22	0.38	1.848	8.34	0.179	6.91	0.83	0.075	4.66	1063	73	1063	89	1063	50	100
089-91500	0.005	5	8	20	0.39	1.842	9.63	0.177	6.76	0.70	0.075	6.86	1052	71	1060	102	1078	74	98
096-91500	0.006	5	8	22	0.39	1.773	6.67	0.172	4.28	0.64	0.075	5.12	1025	44	1036	69	1058	54	97
108-91500	0.007	5	7	20	0.39	1.839	5.1	0.178	3.80	0.75	0.075	3.40	1054	40	1060	54	1071	36	98
108-91500	0.007	5	7	20	0.39	1.839	5.1	0.178	3.80	0.75	0.075	3.40	1054	40	1060	54	1071	36	98

a - Porcentagem de <sup>206</sup>Pb comum no <sup>206</sup>Pb total, (Chemale *et al.*, 2012); b - Razão <sup>232</sup>Th/<sup>238</sup>U calculada em relação ao padrão de zircão GI-1, que possui razão Th/U=<sup>232</sup>Th/<sup>238</sup>U\*0.992743); c - Amostras e padrões passam pela correção de brancos de Pb e Hg; d - Rho é a correlação dos erros, definida como o quociente os erros propagados das razões <sup>206</sup>Pb/<sup>238</sup>U e <sup>207</sup>Pb/<sup>235</sup>U; e - Corrigidas para *background* e fracionamento Pb/U durante a análise, valores normalizados com o material de referência GI-1 (valores ID-TIMS valores medidos); <sup>207</sup>Pb/<sup>206</sup>Pb calculada utilizando a relação (<sup>207</sup>Pb/<sup>235</sup>U) / (<sup>206</sup>Pb/<sup>238</sup>U) \* 1.137,88; f - Grau de concordância: 100\* (idade <sup>206</sup>Pb/<sup>238</sup>U/100\*idade <sup>207</sup>Pb/<sup>235</sup>U); g - cinza claro = amostras descartadas por serem discordantes ou possuírem erro>6%.

## Apêndice 8. Dados Paranã2-a

Dados U-Pb da amostra Paranã2-a

Spot Number	$f^{206}$	Pb (ppm)	Th (ppm)	U (ppm)	Th/U <sup>b</sup>	$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	1 s [%]	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	1 s [%]	Rho <sup>d</sup>	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	1 s [%]	Isotope ratios <sup>e</sup>	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	1 s [%]	$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$	1 s abs	207Pb/235U	1 s abs	207Pb/206Pb	1 s abs	% f Conc
005-Z4B	0.0018	37	26	62	0.42	6.911	0.371	1.89	0.371	1.26	0.67	0.135	1.41	0.371	2033	26	2100	40	2166	30	2166	30	94
006-Z5N	0.0060	157	373	423	0.89	3.094	0.198	5.95	0.198	4.94	0.83	0.113	3.31	0.198	1165	58	1431	85	1852	61	1852	61	63
007-Z6N	0.0008	46	35	73	0.48	7.242	0.385	3.46	0.385	3.26	0.94	0.136	1.18	0.385	2101	68	2142	74	2181	26	2181	26	96
008-Z6B	0.0033	45	9	118	0.08	4.519	0.271	2.51	0.271	1.64	0.65	0.121	1.90	0.271	1546	25	1735	44	1971	37	1971	37	78
009-Z7N	0.0007	75	77	136	0.57	6.272	0.339	1.36	0.339	0.96	0.70	0.134	0.97	0.339	1881	18	2015	27	2154	21	2154	21	87
010-Z8N	0.0029	70	76	138	0.55	5.304	0.299	3.07	0.299	2.13	0.69	0.129	2.22	0.299	1686	36	1869	57	2080	46	2080	46	81
015-Z8B	0.0016	87	72	137	0.53	6.270	0.336	1.43	0.336	0.64	0.45	0.135	1.28	0.336	1867	12	2014	29	2168	28	2168	28	86
016-Z9N	0.0008	97	81	146	0.56	6.365	0.348	2.14	0.348	1.89	0.88	0.133	1.00	0.348	1926	36	2027	43	2132	21	2132	21	90
017-Z9B	0.0009	64	50	89	0.57	6.316	0.341	2.46	0.341	2.11	0.86	0.134	1.26	0.341	1890	40	2021	50	2157	27	2157	27	88
018-Z10N	0.0055	62	55	93	0.60	6.588	0.355	3.83	0.355	3.24	0.85	0.134	2.03	0.355	1960	64	2058	79	2157	44	2157	44	91
019-Z10B	0.0018	33	16	49	0.33	7.355	0.390	1.74	0.390	1.22	0.70	0.137	1.24	0.390	2123	26	2156	37	2187	27	2187	27	97
020-Z11N	0.0087	119	191	269	0.71	3.137	0.195	5.62	0.195	3.95	0.70	0.117	4.00	0.195	1146	45	1442	81	1910	76	1910	76	60
027-Z11B	0.0055	142	28	664	0.04	1.484	0.135	2.53	0.135	1.74	0.69	0.080	1.84	0.135	818	14	924	23	1187	22	1187	22	69
028-Z12B	0.0014	49	30	62	0.49	8.002	0.421	1.70	0.421	1.15	0.68	0.138	1.24	0.421	2265	26	2231	38	2201	27	2201	27	103
029-Z13	0.0012	68	33	94	0.36	7.749	0.410	1.22	0.410	0.77	0.63	0.137	0.94	0.410	2217	17	2202	27	2189	21	2189	21	101
030-Z14N	0.0008	81	47	109	0.43	7.607	0.406	1.39	0.406	0.80	0.58	0.136	1.14	0.406	2195	18	2186	30	2177	25	2177	25	101
031-Z14B	0.0046	134	76	352	0.22	3.104	0.205	10.38	0.205	9.69	0.93	0.110	3.73	0.205	1204	117	1434	149	1793	67	1793	67	67
032-Z15B	0.0033	57	33	74	0.45	7.821	0.411	2.71	0.411	2.29	0.85	0.138	1.45	0.411	2218	51	2211	60	2203	32	2203	32	101
041-Z16N	0.0007	145	130	252	0.52	7.304	0.396	1.73	0.396	1.20	0.69	0.134	1.24	0.396	2149	26	2149	37	2150	27	2150	27	100
042-Z16B	0.0011	83	52	142	0.37	7.142	0.382	2.60	0.382	2.36	0.91	0.136	1.09	0.382	2083	49	2129	55	2174	24	2174	24	96
043-Z17N	0.0026	98	45	212	0.21	5.048	0.279	2.94	0.279	1.61	0.55	0.131	2.46	0.279	1588	26	1827	54	2113	52	2113	52	75
044-Z17B	0.0040	172	32	795	0.04	1.840	0.150	4.62	0.150	3.83	0.83	0.089	2.58	0.150	901	35	1060	49	1403	36	1403	36	64
045-Z18N	0.0012	124	92	239	0.39	5.980	0.323	1.67	0.323	1.20	0.72	0.134	1.16	0.323	1806	22	1973	33	2153	25	2153	25	84
046-Z18B	0.0010	64	36	102	0.35	7.764	0.411	1.87	0.411	1.44	0.77	0.137	1.19	0.411	2219	32	2204	41	2190	26	2190	26	101
053-Z19	0.0015	167	34	605	0.06	2.870	0.199	2.20	0.199	1.19	0.54	0.104	1.84	0.199	1172	14	1374	30	1704	31	1704	31	69
054-Z20	0.0007	66	39	97	0.40	7.863	0.417	2.17	0.417	1.17	0.54	0.137	1.83	0.417	2248	26	2215	48	2186	40	2186	40	103
055-Z21N	0.0041	67	27	108	0.25	7.416	0.395	1.79	0.395	1.29	0.72	0.136	1.25	0.395	2145	28	2163	39	2180	27	2180	27	98
056-Z21B	0.0011	101	87	161	0.54	6.694	0.365	4.66	0.365	4.41	0.95	0.133	1.49	0.365	2004	88	2072	97	2140	32	2140	32	94
057-Z22N	0.0011	145	116	301	0.39	4.171	0.252	4.10	0.252	4.10	0.94	0.120	1.44	0.252	1451	59	1668	72	1954	28	1954	28	74
058-Z22B	0.0006	86	59	122	0.49	7.588	0.402	3.01	0.402	2.74	0.91	0.137	1.26	0.402	2176	60	2183	66	2190	28	2190	28	99
065-Z23N	0.0016	182	141	309	0.46	6.529	0.365	1.85	0.365	1.06	0.57	0.130	1.51	0.365	2006	21	2050	38	2095	32	2095	32	96
066-Z23B	0.0014	160	21	487	0.04	3.203	0.213	3.29	0.213	2.64	0.80	0.109	1.96	0.213	1243	33	1458	48	1787	35	1787	35	70
067-Z24N	0.0030	120	97	191	0.51	7.794	0.412	1.93	0.412	1.29	0.67	0.137	1.44	0.412	2224	29	2208	43	2192	32	2192	32	101

Spot Number	f <sup>206a</sup>	Pb (ppm)	Th (ppm)	U (ppm)	Th/U <sup>b</sup>	<sup>207</sup> Pb/ <sup>235</sup> U [%]	<sup>206</sup> Pb/ <sup>238</sup> U [%]	Isotope ratios <sup>c,e</sup>	<sup>207</sup> Pb/ <sup>206</sup> Pb	1 s [%]	Rho <sup>d</sup>	<sup>207</sup> Pb/ <sup>206</sup> Pb	1 s [%]	<sup>206</sup> Pb/ <sup>238</sup> U	1 s abs	Ages (Ma)	<sup>207</sup> Pb/ <sup>206</sup> Pb	1 s abs	% f Conc
068-Z24B	0.0026	61	31	89	0.35	7.731	0.408	2.58	0.73	2.42	0.137	2.42	2207	57	2200	78	2194	53	101
069-Z25B	0.0017	60	39	130	0.30	4.644	0.266	3.40	0.88	1.86	0.127	1.86	1521	52	1757	68	2051	38	74
070-Z26	0.0038	194	164	311	0.53	7.284	0.382	0.92	0.43	1.92	0.138	1.92	2087	19	2147	46	2204	42	95
079-Z27	0.0019	93	82	162	0.51	7.451	0.399	1.48	0.63	1.83	0.136	1.83	2163	32	2167	51	2171	40	100
080-Z28N	0.0014	180	271	322	0.85	6.529	0.357	1.17	0.61	1.53	0.133	1.53	1966	23	2050	39	2135	33	92
081-Z29	0.0068	104	116	249	0.47	3.995	0.220	2.68	0.88	1.42	0.132	1.42	1282	34	1633	49	2121	30	60
082-Z30	0.0006	80	58	133	0.44	7.421	0.396	0.86	0.61	1.12	0.136	1.12	2149	19	2163	31	2177	24	99
083-Z31	0.0035	156	165	296	0.56	6.827	0.364	0.99	0.68	1.06	0.136	1.06	2003	20	2089	30	2176	23	92
084-Z32	0.0074	146	163	265	0.62	7.050	0.364	0.62	0.22	2.74	0.141	2.74	2000	12	2118	60	2234	61	90
091-Z33	0.0013	80	46	141	0.33	5.748	0.311	2.84	0.87	1.62	0.134	1.62	1748	50	1939	63	2149	35	81
092-Z34	0.0064	80	56	188	0.30	6.388	0.338	0.50	0.20	2.46	0.137	2.46	1875	9	2031	51	2193	54	85
093-Z35	0.0016	36	22	59	0.38	7.620	0.402	1.23	0.78	0.98	0.137	0.98	2178	27	2187	34	2195	21	99
094-Z36N	0.0018	110	97	174	0.57	8.055	0.424	0.80	0.56	1.18	0.138	1.18	2278	18	2237	32	2200	26	104
095-Z36B	0.0016	92	69	194	0.36	4.932	0.281	5.24	0.91	2.46	0.127	2.46	1595	84	1808	105	2063	51	77
096-Z37	0.0009	76	67	125	0.54	7.236	0.388	0.90	0.47	1.69	0.135	1.69	2112	19	2141	41	2169	37	97

a - Porcentagem de <sup>206</sup>Pb comum no <sup>206</sup>Pb total, (Cherniak *et al.*, 2012); b - Razão <sup>232</sup>Th/<sup>238</sup>U calculada em relação ao padrão de zircão G1-1, que possui razão Th/U = <sup>232</sup>Th/<sup>238</sup>U = 0.392743; c - Amostras e padrões passam pela correção de bias de Pb e Hg q - Rho é a correlação dos erros, definida como o quociente os erros propagados das razões <sup>207</sup>Pb/<sup>235</sup>U e <sup>206</sup>Pb/<sup>238</sup>U; e - Corrigidas para discordância e funcionamento Pb/U durante a análise, valores normalizados com o material de referência G1-1 (valores ID-TIMS valores medidos); <sup>207</sup>Pb/<sup>206</sup>Pb calculada utilizando a relação (<sup>207</sup>Pb/<sup>206</sup>Pb) / (235U/238U + 1/137.88); f - Grau de concordância: 100% (da de <sup>206</sup>Pb/<sup>238</sup>U/100% idade <sup>207</sup>Pb/<sup>206</sup>Pb); g - cruzes claras = amostras descartadas por serem discordantes ou possuírem erro > 6%.



Dados U-Pb do padrão de zircão 91500.

Spot Number	f <sup>206*</sup>	Pb (ppm)	Th (ppm)	U (ppm)	Th/U <sup>b</sup>	<sup>207</sup> Pb/ <sup>235</sup> U [%]	<sup>206</sup> Pb/ <sup>238</sup> U [%]	1 s [%]	Rho <sup>d</sup>	<sup>207</sup> Pb/ <sup>206</sup> Pb <sup>e</sup>	1 s [%]	<sup>206</sup> Pb/ <sup>238</sup> U	1 s abs	<sup>207</sup> Pb/ <sup>206</sup> Pb	1 s abs	Ages (Ma)	1 s abs	<sup>207</sup> Pb/ <sup>235</sup> U	1 s abs	% f Conc		
004-91500	0.0064	13	16	45	0.35	1.850	3.63	0.180	2.68	0.74	0.75	2.45	29	1063	39	1063	29	1063	39	1059	26	101
011-91500	0.0065	12	15	43	0.35	1.766	3.91	0.172	3.15	0.81	0.74	2.32	32	1033	40	1033	32	1033	40	1052	24	97
021-91500	0.0051	14	14	39	0.35	1.876	3.02	0.182	2.16	0.72	0.75	2.11	23	1073	32	1073	23	1073	32	1064	22	101
026-91500	0.0038	14	15	43	0.34	1.881	2.73	0.182	1.85	0.68	0.75	2.01	20	1074	29	1074	20	1074	29	1066	21	101
033-91500	0.0043	14	15	42	0.35	1.862	2.94	0.180	1.82	0.62	0.75	2.31	19	1068	31	1068	19	1068	31	1068	25	100
040-91500	0.0030	13	16	49	0.33	1.867	4.58	0.181	3.63	0.79	0.75	2.79	39	1069	49	1069	39	1069	49	1059	30	101
047-91500	0.0042	12	15	46	0.33	1.878	4.79	0.182	4.08	0.85	0.75	2.51	44	1073	51	1073	44	1073	51	1067	27	101
052-91500	0.0025	14	16	50	0.33	1.858	4.44	0.180	3.19	0.72	0.75	3.09	34	1066	47	1066	34	1066	47	1064	33	100
059-91500	0.0037	14	15	46	0.33	1.842	4.54	0.178	2.67	0.59	0.75	3.68	28	1061	48	1061	28	1061	48	1066	39	99
064-91500	0.0036	14	15	48	0.33	1.865	3.94	0.181	3.18	0.81	0.75	2.33	34	1069	42	1069	34	1069	42	1058	25	101
071-91500	0.0028	14	16	48	0.32	1.857	4.39	0.180	3.22	0.73	0.75	2.98	34	1066	47	1066	34	1066	47	1066	32	100
078-91500	0.0028	14	17	51	0.33	1.874	4.94	0.181	3.89	0.79	0.75	3.05	42	1072	53	1072	42	1072	53	1066	33	101
085-91500	0.0043	13	16	50	0.33	1.859	4.64	0.180	3.64	0.79	0.75	2.88	39	1067	50	1067	39	1067	50	1068	31	100
090-91500	0.0038	14	16	51	0.33	1.899	4.65	0.184	3.25	0.70	0.75	3.33	35	1081	50	1081	35	1081	50	1064	35	102
097-91500	0.0050	14	16	52	0.32	1.845	4.33	0.178	3.31	0.76	0.75	2.80	35	1062	46	1062	35	1062	46	1069	30	99

a - Porcentagem de <sup>206</sup>Pb corrigida no padrão de zircão 91500; b - Razão <sup>232</sup>Th/<sup>238</sup>U calculada em relação ao padrão de zircão 91500; c - Amostras e padrões passam pela correção de branco de Pb e Hg; d - Rho é a correlação dos erros, definida como o quociente dos erros propagados das razões <sup>206</sup>Pb/<sup>238</sup>U e <sup>207</sup>Pb/<sup>235</sup>U; e - Corrigidas para *background* e fracionamento Pb/U durante a análise, valores normalizados com o material de referência GJ-1 (valores ID-TIMS valores medidos); <sup>207</sup>Pb/<sup>235</sup>U calculada utilizando a relação (<sup>207</sup>Pb/<sup>206</sup>Pb) / (<sup>233</sup>U/<sup>206</sup>Pb \* 1/137,88); f - Grau de concordância: 100\* (ida de <sup>206</sup>Pb/<sup>238</sup>U/100\*idade <sup>207</sup>Pb/<sup>235</sup>U); g - cinza claro = amostras descartadas por serem discordantes ou possuírem erro > 6%.

## Apêndice 9. Dados Paranã2-b

Spot Number	f <sup>206</sup>	Pb (ppm)	Th (ppm)	U (ppm)	Th/U <sup>b</sup>	Isotope ratios <sup>c</sup>				Ages (Ma)				% f Conc				
						<sup>207</sup> Pb/ <sup>235</sup> U	<sup>206</sup> Pb/ <sup>238</sup> U	1 s [%]	Rho <sup>d</sup>	<sup>207</sup> Pb/ <sup>206</sup> Pb <sup>e</sup>	1 s [%]	<sup>207</sup> Pb/ <sup>235</sup> U	1 s abs		<sup>206</sup> Pb/ <sup>238</sup> U	1 s abs	<sup>207</sup> Pb/ <sup>206</sup> Pb	1 s abs
005-Z1	0.0112	110	78	458	0.17	2.892	0.184	1.21	0.72	0.114	1.16	1088	13	1380	23	1865	22	58
006-Z2N	0.0073	103	37	648	0.06	2.039	0.164	2.61	0.72	0.090	2.48	980	26	1129	41	1427	35	69
007-Z2B	0.0032	103	26	427	0.06	3.130	0.196	1.17	0.80	0.116	0.86	1153	13	1440	21	1893	16	61
008-Z3	0.0024	35	18	69	0.26	6.457	0.353	1.66	0.77	0.133	1.36	1947	32	2040	44	2136	29	91
009-Z4	0.0038	34	10	89	0.12	5.133	0.287	1.55	0.66	0.130	1.77	1624	25	1842	43	2097	37	77
010-Z5	0.0049	41	9	230	0.04	1.773	0.143	1.70	0.49	0.090	3.04	861	15	1035	36	1424	43	60
017-Z6	0.0150	40	17	397	0.04	0.951	0.082	3.34	0.88	0.084	1.84	508	17	679	26	1297	24	39
018-Z7	0.0060	35	37	116	0.32	6.053	0.319	1.93	0.71	0.137	1.90	1787	35	1984	54	2195	42	81
019-Z8	0.0063	17	22	41	0.54	5.437	0.282	1.45	0.49	0.140	2.56	1599	23	1891	56	2228	57	72
020-Z9	0.0137	18	18	35	0.53	6.897	0.344	4.18	0.76	0.146	3.55	1905	80	2098	115	2294	81	83
021-Z10N	0.0015	55	6	215	0.03	3.306	0.210	0.96	0.62	0.114	1.21	1231	12	1482	23	1863	23	66
022-Z10B	0.0017	44	8	118	0.07	3.850	0.234	2.24	0.52	0.120	3.65	1353	30	1603	69	1949	71	69
029-Z11	0.0030	23	20	44	0.47	7.011	0.368	3.11	0.90	0.138	1.52	2021	63	2113	73	2204	34	109
030-Z12	0.0040	13	8	21	0.39	6.884	0.361	4.62	0.81	0.138	3.40	1985	92	2097	120	2208	75	111
031-Z13	0.0019	33	30	57	0.53	6.903	0.365	2.08	0.78	0.137	1.66	2006	42	2099	56	2191	36	109
032-Z11B	0.0007	52	7	105	0.07	6.833	0.374	1.60	0.83	0.132	1.07	2050	33	2090	40	2130	23	104
033-Z14B	0.0052	78	21	378	0.06	2.231	0.162	1.44	0.79	0.100	1.14	965	14	1191	22	1627	19	169
034-Z15N	0.0050	113	33	546	0.06	1.757	0.137	7.17	0.91	0.093	3.32	830	59	1030	81	1482	49	179
041-Z15B1	0.0121	87	22	415	0.05	2.749	0.177	3.29	0.71	0.113	3.23	1050	34	1342	62	1844	60	176
042-Z15B2	0.0016	106	19	301	0.06	6.020	0.337	1.30	0.75	0.129	1.13	1873	24	1979	34	2091	24	112
043-Z16N	0.0025	75	67	150	0.45	6.221	0.335	2.90	0.77	0.135	2.42	1860	54	2007	76	2162	52	116
044-Z16B	0.0032	82	19	221	0.09	6.095	0.332	2.36	0.78	0.133	1.87	1847	44	1990	60	2142	40	116
045-Z17N	0.0064	145	32	856	0.04	1.712	0.137	5.64	0.77	0.090	4.67	829	47	1013	74	1436	67	173
046-Z17B	0.0041	139	39	639	0.06	3.228	0.207	2.62	0.84	0.113	1.67	1212	32	1464	45	1851	31	153
053-Z18	0.0006	59	63	111	0.57	7.348	0.388	1.35	0.76	0.137	1.16	2116	29	2155	38	2192	25	97
054-Z19	0.0028	57	103	191	0.54	6.344	0.401	3.64	0.91	0.134	1.68	1899	69	2025	81	2155	36	88
055-Z20N	0.0123	33	45	188	0.24	2.317	0.121	8.97	0.97	0.139	2.36	734	66	1218	113	2220	52	33

Dados U-Pb da amostra Paranã2-b

Spot Number	f206 <sup>a</sup>	Pb (ppm)	Th (ppm)	U (ppm)	Th/U <sup>b</sup>	Isotope ratios <sup>c,e</sup>				Ages (Ma)				% f Conc					
						<sup>207</sup> Pb/ <sup>235</sup> U [%]	<sup>206</sup> Pb/ <sup>238</sup> U [%]	1 s Rho <sup>d</sup> [%]	<sup>207</sup> Pb/ <sup>206</sup> Pb [%]	1 s <sup>207</sup> Pb/ <sup>235</sup> U abs	1 s <sup>207</sup> Pb/ <sup>235</sup> U abs	1 s <sup>207</sup> Pb/ <sup>206</sup> Pb abs	1 s <sup>207</sup> Pb/ <sup>206</sup> Pb abs						
056-Z20B	0.0015	53	52	120	0.44	6.228	1.74	0.335	1.23	0.71	0.135	1.23	1864	23	2008	35	2160	27	86
057-Z21	0.0029	23	20	49	0.41	6.613	2.63	0.351	1.51	0.57	0.137	2.15	1940	29	2061	54	2184	47	89
058-Z22	0.0016	50	53	102	0.53	6.815	1.87	0.361	1.42	0.76	0.137	1.22	1986	28	2088	39	2190	27	91
065-Z23N	0.0017	43	49	96	0.51	7.239	2.12	0.387	1.55	0.73	0.136	1.45	2108	33	2141	45	2174	31	103
066-Z23B	0.0011	30	28	61	0.47	7.165	2.42	0.378	1.67	0.69	0.137	1.75	2069	35	2132	52	2194	38	106
067-Z24	0.0016	37	27	82	0.33	6.958	2.45	0.376	1.34	0.55	0.134	2.05	2057	28	2106	52	2155	44	105
068-Z25N	0.0018	28	26	59	0.43	6.874	2.88	0.365	2.36	0.82	0.137	1.65	2005	47	2095	60	2185	36	109
069-Z25B	0.0035	45	35	150	0.24	4.316	2.33	0.246	1.89	0.81	0.127	1.35	1418	27	1696	39	2059	28	145
070-Z26	0.0148	32	32	76	0.42	5.948	4.97	0.295	4.64	0.93	0.146	1.77	1666	77	1968	98	2302	41	138
077-Z27	0.0013	25	26	44	0.58	7.175	2.68	0.380	1.86	0.69	0.137	1.93	2075	39	2133	57	2190	42	95
078-Z28N	0.0051	18	15	36	0.43	6.500	4.58	0.339	3.53	0.77	0.139	2.92	1884	67	2046	94	2213	65	85
079-Z28B	0.0148	12	7	26	0.26	6.479	8.02	0.321	6.01	0.75	0.147	5.31	1793	10	2043	164	2306	12	78
080-Z29	0.0030	15	14	29	0.48	7.274	4.54	0.382	3.48	0.77	0.138	2.92	2087	73	2146	98	2203	64	95
081-Z30	0.0017	26	28	47	0.60	7.229	3.94	0.384	3.36	0.85	0.137	2.06	2094	70	2140	84	2184	45	96
082-Z31	0.0050	12	9	24	0.38	6.953	4.95	0.366	3.54	0.72	0.138	3.45	2010	71	2105	104	2200	76	91
089-Z32	0.0021	28	25	45	0.56	6.808	2.76	0.361	2.16	0.78	0.137	1.72	1989	43	2087	58	2184	38	91
090-Z33	0.0043	38	23	119	0.19	3.045	3.20	0.188	2.13	0.67	0.117	2.39	1111	24	1419	45	1916	46	58
091-Z34	0.0058	33	26	78	0.33	4.513	16.0	0.253	15.4	0.96	0.130	4.26	1452	22	1733	278	2092	89	69
092-Z35	0.0010	33	25	53	0.47	6.922	2.48	0.367	1.70	0.69	0.137	1.80	2016	34	2102	52	2187	39	92
093-Z36-1	0.0012	23	13	36	0.36	7.195	2.50	0.381	1.86	0.74	0.137	1.67	2079	39	2136	53	2191	37	95
094-Z36-2	0.0025	21	12	33	0.35	7.023	2.59	0.371	1.48	0.57	0.137	2.13	2035	30	2114	55	2193	47	93
101-Z37	0.0048	57	57	114	0.51	6.406	2.10	0.340	1.39	0.66	0.137	1.57	1886	26	2033	43	2186	34	86
102-Z38N	0.0015	77	61	128	0.48	7.249	1.52	0.378	1.01	0.67	0.139	1.13	2067	21	2143	32	2216	25	93
103-Z38B	0.0012	42	26	67	0.39	7.440	2.12	0.394	1.80	0.85	0.137	1.13	2141	38	2166	46	2189	25	98
104-Z39	0.0012	52	38	86	0.45	7.159	1.65	0.377	1.17	0.71	0.138	1.16	2063	24	2131	35	2198	26	94
105-Z40	0.0147	58	106	171	0.62	4.867	2.90	0.258	2.44	0.84	0.137	1.57	1482	36	1797	52	2184	34	68
106-Z41	0.0018	25	20	41	0.50	7.051	3.04	0.374	2.11	0.69	0.137	2.19	2049	43	2118	64	2185	48	94

a - Porcentagem de <sup>206</sup>Pb comum no <sup>206</sup>Pb total. (Chernale *et al.*, 2012); b - Razão <sup>232</sup>Th/<sup>238</sup>U calculada em relação ao padrão de zircão G1-1, que possui razão Th U=<sup>232</sup>Th/<sup>238</sup>U=0.92743); c - Amostras e padrões passaram pela correção de bias de Pb e Hg. d - Rho é a correlação dos erros, definida como o quociente os erros propagados das razões <sup>206</sup>Pb/<sup>238</sup>U e <sup>207</sup>Pb/<sup>235</sup>U; e - Corrigidas para bias/ignorance e fracionamento Pb-U durante a análise, valores normalizados com o material de referência G1-1 (valores ID-TIMS valores medidos); <sup>207</sup>Pb/<sup>235</sup>U calculada utilizando a relação (<sup>207</sup>Pb/<sup>206</sup>Pb) / (<sup>235</sup>U/<sup>206</sup>Pb \* 1/137,88); f - Grau de concordância; 100% (ida de <sup>206</sup>Pb/<sup>238</sup>U / 100% da de <sup>207</sup>Pb/<sup>235</sup>U); g - cinza claro = amostras descartadas por serem discordantes ou possuírem erro > 6%.

Dados U-Pb do padrão de zircão Mud Tank

Spot Number	f206 <sup>a</sup>	Pb (ppm)	Th (ppm)	U (ppm)	Th/U <sup>b</sup>	Isotope ratios <sup>c,e</sup>				Ages (Ma)				% f Conc		
						$\frac{^{207}\text{Pb}}{e^{235}\text{U}}$	$\frac{^{206}\text{Pb}}{^{238}\text{U}}$	$\frac{^{207}\text{Pb}}{^{206}\text{Pb}}$	Rho <sup>d</sup>	$\frac{^{207}\text{Pb}}{^{206}\text{Pb}}$	$\frac{^{206}\text{Pb}}{^{238}\text{U}}$	$\frac{^{207}\text{Pb}}{^{235}\text{U}}$	$\frac{^{207}\text{Pb}}{^{206}\text{Pb}}$	1 s abs	1 s abs	
003-MT	0.0225	2	4	12	0.37	1.049	0.120	20.41	0.86	0.063	12.08	728	173	725	88	101
012-MT	0.0191	2	4	12	0.35	1.066	0.121	9.30	0.66	0.064	10.59	734	104	746	79	98
015-MT	0.0225	2	4	12	0.37	1.040	0.116	16.95	0.82	0.065	11.92	709	150	770	92	92
024-MT	0.0246	2	4	11	0.36	1.107	0.126	17.17	0.77	0.064	14.00	763	168	738	103	103
027-MT	0.0185	2	4	12	0.38	0.991	0.110	20.42	0.76	0.065	17.56	673	188	783	138	116
036-MT	0.0275	2	4	12	0.37	0.979	0.111	18.35	0.79	0.064	14.37	680	162	735	106	108
039-MT	0.0248	2	5	13	0.37	1.055	0.120	19.99	0.82	0.064	14.07	728	179	741	104	102
048-MT	0.0195	2	5	13	0.38	1.042	0.119	22.63	0.85	0.063	14.27	725	194	724	103	100
051-MT	0.0281	2	4	12	0.37	1.047	0.119	23.37	0.86	0.064	13.59	726	197	733	100	99
060-MT	0.0159	2	4	11	0.38	0.942	0.107	24.50	0.78	0.064	19.68	655	212	740	146	88
063-MT	0.0263	2	5	13	0.39	1.061	0.120	17.91	0.81	0.064	13.19	733	163	737	97	101
072-MT	0.0210	2	4	11	0.38	1.071	0.119	21.14	0.79	0.065	16.50	726	198	778	128	107
075-MT	0.0225	2	5	12	0.42	1.035	0.118	21.41	0.81	0.064	15.52	717	191	735	114	98
084-MT	0.0271	2	4	11	0.38	1.002	0.111	22.83	0.84	0.066	14.83	677	192	793	118	85
087-MT	0.0184	2	4	9	0.38	1.113	0.125	16.08	0.84	0.065	10.59	760	146	759	80	100
096-MT	0.0200	2	4	11	0.39	1.068	0.122	14.21	0.72	0.064	13.82	741	146	727	100	102
099-MT	0.0178	2	5	12	0.40	0.951	0.098	22.54	0.81	0.070	16.24	605	189	933	151	65
108-MT	0.0300	2	4	10	0.38	1.037	0.115	23.71	0.66	0.066	26.96	699	259	795	214	88

a - Porcentagem de <sup>206</sup>Pb comum no <sup>206</sup>Pb total, (Chemale *et al.*, 2012); b - Razão <sup>232</sup>Th/<sup>238</sup>U calculada em relação ao padrão de zircão GI-1, que possui razão <sup>232</sup>Th/<sup>238</sup>U=0.992743; c - Amostras e padrões passam pela correção de brancos de Pb e Hg; d - Rho é a correlação dos erros, definida como o quociente os erros propagados das razões <sup>207</sup>Pb/<sup>238</sup>U e <sup>207</sup>Pb/<sup>206</sup>Pb durante a análise; e - Comigidas para <sup>207</sup>Pb/<sup>238</sup>U e <sup>207</sup>Pb/<sup>206</sup>Pb e fracionamento Pb/U durante a análise, valores normalizados com o material de referência GI-1 (valores ID-TIMS valores medidos); <sup>207</sup>Pb/<sup>206</sup>Pb \* 1/13,7,88; f - Grau de concordância: 100\* (idade <sup>206</sup>Pb/<sup>238</sup>U/100\*idade <sup>207</sup>Pb/<sup>206</sup>Pb); g - cinza claro = amostras descartadas por serem discordantes ou possuírem erro>6%.

Dados U-Pb do padrão de zircão 91500

Spot Number	f206 <sup>a</sup>	Pb (ppm)	Th (ppm)	U (ppm)	Th/U <sup>b</sup>	Isotope ratios <sup>c,e</sup>			Ages (Ma)			% f Conc							
						<sup>207</sup> Pb/ <sup>235</sup> U [%]	<sup>206</sup> Pb/ <sup>238</sup> U [%]	1 s Rhod [%]	<sup>207</sup> Pb/ <sup>206</sup> Pb	1 s abs	<sup>207</sup> Pb/ <sup>235</sup> U	1 s abs							
004-91500	0.0038	13	17	52	0.33	1.858	3.48	0.180	2.48	0.71	0.075	2.44	1067	26	1066	37	1066	26	100
011-91500	0.0035	15	19	59	0.33	1.841	3.37	0.178	2.32	0.69	0.075	2.44	1056	25	1060	36	1069	26	99
016-91500	0.0038	13	17	52	0.32	1.850	4.01	0.179	3.23	0.81	0.075	2.38	1063	34	1063	43	1063	25	100
023-91500	0.0032	13	16	51	0.32	1.843	4.92	0.178	3.59	0.73	0.075	3.36	1058	38	1061	52	1067	36	99
028-91500	0.0030	13	16	51	0.32	1.866	3.84	0.180	3.03	0.79	0.075	2.36	1066	32	1069	41	1076	25	101
035-91500	0.0038	14	16	51	0.32	1.896	3.31	0.184	2.70	0.82	0.075	1.91	1087	29	1080	36	1065	20	98
040-91500	0.0027	14	19	59	0.32	1.821	4.48	0.175	3.40	0.76	0.075	2.91	1042	35	1053	47	1076	31	103
047-91500	0.0024	15	19	61	0.32	1.902	4.65	0.183	3.68	0.79	0.075	2.84	1084	40	1082	50	1077	31	99
052-91500	0.0044	12	16	52	0.32	1.777	5.04	0.171	3.88	0.77	0.075	3.22	1019	40	1037	52	1075	35	95
059-91500	0.0033	12	17	54	0.32	1.804	4.78	0.175	3.64	0.76	0.075	3.09	1037	38	1047	50	1067	33	97
064-91500	0.0029	13	19	60	0.33	1.854	4.01	0.180	2.72	0.68	0.075	2.94	1064	29	1065	43	1065	31	100
071-91500	0.0040	12	18	55	0.33	1.871	4.56	0.181	3.28	0.72	0.075	3.17	1074	35	1071	49	1065	34	99
076-91500	0.0033	13	16	51	0.33	1.855	5.07	0.179	3.88	0.77	0.075	3.26	1064	41	1065	54	1067	35	100
083-91500	0.0030	12	16	49	0.33	1.815	4.96	0.176	3.43	0.69	0.075	3.59	1044	36	1051	52	1065	38	98
088-91500	0.0033	13	15	46	0.32	1.803	4.01	0.174	2.89	0.72	0.075	2.78	1034	30	1047	42	1072	30	96
095-91500	0.0044	12	14	43	0.32	1.805	4.10	0.175	3.03	0.74	0.075	2.77	1038	31	1047	43	1067	30	97

a - Porcentagem de <sup>206</sup>Pb com base no <sup>206</sup>Pb total, (Chemale *et al.*, 2012); b - Razão <sup>232</sup>Th/<sup>238</sup>U calculada em relação ao padrão de zircão GJ-1, que possui razão Th/U=32 Th/<sup>238</sup>U=0.992743; c - Amostras e padrões passam pela correção de branco de Pb e Hg; d - Rho é a correlação dos erros, definida como o quociente os erros propagados das razões <sup>207</sup>Pb/<sup>235</sup>U e <sup>206</sup>Pb/<sup>238</sup>U; e - Corrigidas para *background* e fracionamento Pb/U durante a análise, valores normalizados com o material de referência GJ-1 (valores ID-TIMS valores medidos); <sup>207</sup>Pb, <sup>238</sup>U calculada utilizando a relação (<sup>207</sup>Pb/<sup>206</sup>Pb) / (<sup>238</sup>U/<sup>206</sup>Pb) \* 1/137,88; f - Grau de concordância: 100 \* (da de <sup>206</sup>Pb, <sup>238</sup>U / 100 \* idade - <sup>207</sup>Pb, <sup>235</sup>U) / g - cinza claro = amostras descartadas por serem discordantes ou possuírem erro > 6%.