



## Perfis Lateríticos Ferruginosos: testemunhos de antigos processos de intemperismo <sup>(1)</sup>.

**Francisco Sergio Bernardes Ladeira<sup>(2)</sup>; Fernanda Aparecida Leonardi<sup>(3)</sup>**

<sup>(1)</sup> Trabalho executado com recursos da Fapesp – Processos 2009/15285-5 e 2011/23325-7

<sup>(2)</sup> Professor do Departamento de Geografia do Instituto de Geociências da UNICAMP. Campinas/SP – fsbladeira@ige.unicamp.br.

<sup>(3)</sup> Professora do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais. Inconfidentes/MG

**RESUMO:** Antigos processos de intemperismo podem permanecer na paisagem como relíquias de condições paleogeomorfológicas e paleoclimáticas. Estes perfis foram utilizados por diferentes autores para marcar a presença de antigas paleosuperfícies. Além desta importância é inegável a utilidade destes perfis para a compreensão de antigos processos geoquímicos, associados normalmente a espessos Latossolos, que indicam condições severas em termos climáticos, de elevadas precipitação e temperatura. Além desta possibilidade de interpretação atualmente é possível realizar datações deste processo geoquímico, que tem possibilitado um avanço significativo nos conhecimentos acerca da evolução da paisagem, especialmente do Paleógeno. Neste trabalho utilizou-se procedimentos de mapeamentos em campo, análises geoquímicas, datações (U-Th)/He da goethita para definir áreas de ocorrência e cronologia de evolução de perfis lateríticos. Os procedimentos utilizados permitiram avanços significativos na compreensão da evolução da paisagem na área onde estes perfis estão inseridos, na correlação entre os perfis posicionados a dezenas de quilômetros uns dos outros, na definição da idade absoluta destes perfis e na caracterização de materiais de origem de Plintossolos.

**Termos de indexação:** paleosuperfície, paleoclima, geomorfologia.

### INTRODUÇÃO

Regiões há muito tempo com o clima predominantemente tropical e condições de certa estabilidade tectônica, como o território brasileiro, desenvolveram, em determinados momentos da história geológica, perfis de alteração lateríticos. Estes perfis podem concentrar de forma residual determinados elementos, especialmente ferro e alumínio. No interior destes perfis é muito comum que estas concentrações sejam bastante resistentes, gerando um horizonte muito endurecido (na área da pedologia denominado petroplíntico) que é capaz de resistir por longo período de tempo aos processos denudacionais. Estes materiais

facilmente apresentam idades Paleógenas, conforme demonstram Monteiro et al. (2014).

Tradicionalmente a existência destes perfis é associada às paleosuperfícies, conforme ressaltado já há décadas por Ab'Saber (1954), King (1956) e inúmeros pesquisadores que se seguiram, inferindo suas idades relativas e seus respectivos significados ambientais, caracterizando-as como produtos de eventos de longa duração, utilizando-as para balizamentos em correlações regionais e por várias vezes identificaram horizontes endurecidos associados a elas. Esta associação entre superfícies geomórficas e perfis de alteração foi muito utilizada por Firman (1994).

Este trabalho teve o objetivo central de associar as paleosuperfícies com os perfis de alteração em uma área representativa do Quadrilátero Ferrífero, no Estado de Minas Gerais, procurando identificar sua relação com a evolução da paisagem e datação destes processos de intemperismo.

### MATERIAL E MÉTODOS

Inicialmente foram realizados uma série de trabalhos de campo, com auxílio de cartas topográficas em escala 1:50.000, de imagens do satélite Landsat7 e do GPS na área do Quadrilátero Ferrífero, ao sul da cidade de Belo Horizonte. Foram mapeados dezenas de perfis lateríticos e selecionados 2 perfis para descrição de detalhe e coleta de amostras, para caracterização geoquímica e datação. Aqui é apresentado um destes perfis.

As determinações de elementos maiores e menores foram realizadas a partir da Espectrometria de Fluorescência de Raio-X. Nestas análises a quantificação é realizada pela comparação com as intensidades obtidas em materiais de referências certificados usados para calibração do instrumento, correção de efeitos de absorção e realce inter-elementares (Jenkins, 1999). A exatidão dos resultados é dada pela análise de dois materiais de referência certificados WS-E (dolerito, SARM, França) e BCR-2 (basalto, USGS) (Vendemiato & Enzweiler, 2001).



A datação foi realizada com o procedimento (U-Th)/He no Instituto de Tecnologia da Califórnia (Caltech), Pasadena, Califórnia, Estados Unidos.

Segundo Farley (2002) muitos materiais são inapropriados para datação nas técnicas existentes, a maioria porque são muito pobres em isótopos radiogênicos derivados ou originários ou muito ricos em derivados produzidos não *in situ*, portanto, esta técnica (U-Th)/He, em que a sensibilidade para mensuração de U, Th e He é extremamente alta e o histórico de “excesso” de He é baixo, possibilita que aqueles materiais com só um traço de U e Th sejam datáveis.

Shuster et al. (2005) após teste da adequação da goethita destacaram que a datação deste mineral pelo método (U-Th)/He produz resultados confiáveis e consistentes. O U e Th são analisados pela espectrometria de massa indutivamente acoplada ao plasma por diluição do isótopo realizada na mesma alíquota analisada para o He (Farley, 2002). Detalhes das técnicas analíticas usadas para este método estão descritas em Farley (2002) e modificadas por Shuster et al. (2005).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Aqui será apresentado apenas um ponto representativo de superfície geomorfológica que apresenta um espesso perfil laterítico associado, onde foram realizadas as datações absolutas.

A **figura 1** apresenta a localização da área estudada, indicando a superfície que está associada ao perfil laterítico e a **figura 2** apresenta a superfície em primeiro plano e a Serra do Caraça ao fundo.

A área com o perfil laterítico corresponde a uma superfície de declividade menor que 1%, completamente sustentada por uma concentração ferruginosa que localmente ultrapassa os 10 metros de espessura. Esta área plana encontra-se no sopé da Serra do Caraça, que corresponde a um anticlinal, sendo que a escarpa com mais de 800 metros é sustentada por quartzitos e lateralmente apresenta Itabiritos, que sustenta escarpas mais modestas, esta que é explorada como jazida de ferro.

O material de origem do perfil laterítico é um conglomerado (em alguns pontos clasto-suportado) que corresponde ao topo da Formação Fonseca, de idade Eocena (Mello et al., 2000). Os clastos são apenas de Itabirito. A morfologia dos depósitos indica ambiente de leques aluviais, de maior energia que os lacustres e fluviais da Formação Fonseca, marcando o encerramento deste evento deposicional na área. Após esta deposição houve a

formação das concentrações ferruginosas associadas ao desenvolvimento de um espesso perfil laterítico.

Apesar de posicionado em altimetria menor que a Serra do Caraça, a superfície associada ao perfil laterítico encontra-se a cerca de 100 metros acima do entorno imediato, esculpido sobre gnaisse, indicando a importância deste perfil em resistir significativamente aos processos de denudação e provocar uma inversão topográfica.

Originalmente este horizonte foi formado na porção de oscilação de lençol freático de um antigo perfil de solo, há muito completamente erodido, de tal forma que este horizonte de subsuperfície foi exumado e permaneceu em superfície decorrente da elevada resistência que apresenta. Atualmente sobre ele desenvolve-se Plintossolos.

A **tabela 1** apresenta a síntese dos resultados das análises de espectrometria de fluorescência de raio-X. Estes resultados indicam o intenso intemperismo pelo qual o perfil passou. A perda da sílica em relação à rocha e em direção ao topo do perfil e a respectiva concentração de ferro, alumínio e titânio indica um clima extremamente úmido e quente, típico de condições para formação de alterações lateríticas (Tardy, 1993; Licht, 1998, entre outros).

A **tabela 2** apresenta os resultados de datação por (U-Th)/He. Observa-se que a idade máxima encontrada corresponde a cerca de 33 milhões de anos, indicando seu desenvolvimento na transição Eoceno/Oligoceno.

Esta idade indica que a base de perfis de alteração, em condições de elevadas temperatura e precipitação podem permanecer na paisagem por um tempo bastante grande (neste caso, parte do Paleógeno e todo o Neógeno) sustentando topografias hoje relativamente elevadas em relação ao entorno, resistindo aos processos denudacionais, incluindo-se aí processos pedogenéticos.

Segundo Beerling & Royer (2011) este momento apresenta um significativo aumento nos teores de carbono na atmosfera e um aumento de temperatura, que levou a uma elevação na temperatura global, e que associado a uma maior umidade na área, levaria a um momento de intensificação de processos de intemperismo, resultando no desenvolvimento de um perfil laterítico espesso.

## CONCLUSÕES

Antigos perfis de alteração podem ser importante indicadores paleoambientais, especialmente



permitindo reconstituir paleosuperfícies e características climáticas de perfis de intemperismo.

A utilização de procedimentos de datação absoluta permite definir em quais momentos estes processos estiveram ativos, permitindo uma cronologia absoluta destes processos no tempo e também no espaço.

A presença de concentrações ferruginosas na superfície, associada a processos de paleointemperismo, dão origem a Plintossolos. Assim não necessariamente os Plintossolos desenvolvidos atualmente geraram as concentrações ferruginosas que os caracterizam, mas podem ser herança de tempos geológicos bastante recuados.

geochronology of goethite and the origin and evolution of cangas. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 131(15): 267–289, 2014.

SHUSTER, D. L.; VASCONCELOS, P. M.; HEIM, J. A.; FARLEY, K. A. Weathering geochronology by (U-Th)/He dating of goethite. *Geochimica et Cosmochimica Acta*. 69(3): 659-673, 2005.

TARDY, Y. *Pédrologie des Latentes et des Sois Tropicaux*. Masson, Paris, 1993. 459 p.

VENDEMIATTO, M. A. & ENZWEILER, J. Routine control of accuracy in silicate rock analysis by X-ray fluorescence spectrometry. *Geostandards and Geoanalytical Research*, 25: 283-291, 2001.

### AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao financiamento da Fapesp (Processos 2009/15285-5 - 2011/23325-7) e o primeiro autor agradece ao CNPq pela Bolsa Produtividade em Pesquisa.

### REFERÊNCIAS

AB'SABER, A. N. As altas superfícies de aplainamento do Brasil Sudeste. *Rev. Fac. Campineiras*, 1(4): 60-67, 1954.

BEERLING, D. J.; ROYER, D. L. Convergent Cenozoic CO<sub>2</sub> history. *Nature Geoscience*, 4: 418-420, 2011.

FARLEY, K. A. (U-Th)/He Dating: Techniques, Calibrations, and Applications. *Reviews in Mineralogy and Geochemistry*, 47(1): 819–844, 2002.

FIRMAN, J. B. Paleosoils in laterite and silcrete profiles evidence from the South East Margin of the Australian Precambrian Shield. *Earth Science Reviews*, 36: 149-179, 1994.

JENKINS, R. *X-ray Fluorescence spectrometry*. 2. ed. New York: John Wiley, 1999, 207p.

KING, L.C. A geomorfologia do Brasil Oriental - *Revista Brasileira de Geografia*, 18(2): 3-265, 1956.

LICHT, O. A. *Prospecção Geoquímica: princípios, técnicas e métodos*. Rio de Janeiro: CPRM, 1998, 216p.

MELLO, C.L.; SANT'ANNA, L.G.; BERGQVIST, L.P. (2000) Fonseca, MG. Vegetais Fósseis do Terciário Brasileiro. In: SCHOBENHAUS, C.; CAMPOS, D.A.; QUEIROZ, E.T.; WINGE, M.; BERBERT-BORN, M. (Edit.) *Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil*. Disponível em <http://www.unb.br/ig/sigep/sitio086/sitio086.htm>. Acesso em 10 maio 2015.

MONTEIRO, H. S.; VASCONCELOS, P. M.; FARLEY, K. A.; SPIER, C. A.; MELLO, C. L. (U-Th)/He

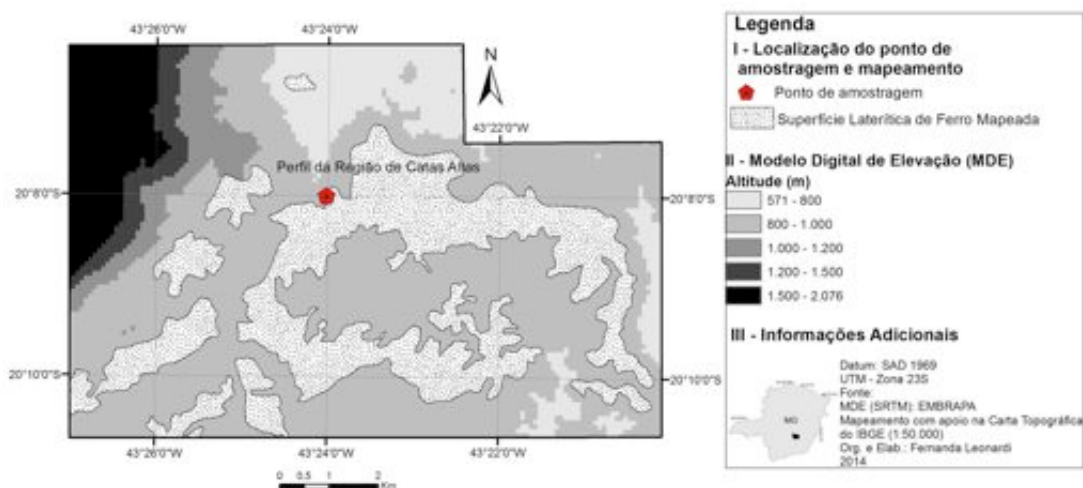


Figura 1 – Hipsometria e superfície laterítica de ferro na região de Catas Altas/Serra do Caraça – MG.



Figura 2 – À esquerda observa-se três patamares altimétricos. No topo os quartzitos da Serra do Caraça; no segundo nível o Itabirito; na base a superfície estudada do perfil laterítico. À direita perfil amostrado.

Tabela 1 - Elementos Maiores Selecionados do Perfil Laterítico de Catas Altas/MG

Amostras	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	MnO
QF37A1 (topo)	0,97	2,82	86,61	0,21	0,38	0,05
QF37B1	2,39	5,14	82,60	0,14	0,25	0,04
QF37C1	2,51	2,48	85,65	0,13	0,31	0,04
QF101 (rocha fresca)	37,49	0,14	61,73	0,01	0,01	0,11

Tabela 2 – Idades obtidas com (U-Th)/He para dois níveis do perfil estudado

	AMOSTRA	ALTITUDE (m)	UTM	Profundidade (m)	Idade (Ma)	±1s (Ma)
Idade Máxima	QF37A1b	887	E666597/ N7772796	2	33,09	1,11
Idade Mínima	QF37B2c	882	E666597/ N7772796	7	0,71	0,05