UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA

INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA

NATHALI LORENA DE SANTANA REGO

ACUMULAÇÕES FERRUGINOSAS:

O QUE SÃO, COMO SE FORMAM E COMO DENOMINAR?

Salvador
2021

NATHALI LORENA DE SANTANA REGO

ACUMULAÇÕES FERRUGINOSAS:
O QUE SÃO, COMO SE FORMAM E COMO DENOMINAR?

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso de Geografia, Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia, como requisito para obtenção do grau de Bacharel em Geografia.
Orientadora: Grace Bungenstab Alves

Salvador
2021

NATHALI LORENA DE SANTANA REGO

ACUMULAÇÕES FERRUGINOSAS: O QUE SÃO, COMO SE FORMAM E COMO DENOMINAR?

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Geografia da Universidade Federal da Bahia como pré-requisito para a obtenção do Título de Bacharel em Geografia pela seguinte banca examinadora:

Dra. Grace Bungenstab Alves
Orientadora – Instituto de Geociências - UFBA

Alcione Rodrigues Milagres
Examinadora Externa – UFOP

João Henrique de Oliveira Sousa
Examinador – POSGEO/UFBA

A Neuma,
minha mãe querida, responsável pelo início de tudo.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, gostaria de agradecer a pessoa que me gerou e criou-me, anulou-se para que eu pudesse chegar até aqui e, aqui não é um fim, porém uma das etapas.

Agradeço por ter encontrado amigos maravilhosos os quais fizeram parte da construção do meu conhecimento relacionado a Geografia além de muitas vezes ouvirem minhas reclamações acerca de tudo, (não sendo assim, não seria uma capricorniana nata), são eles: Jacson, Herbert, Jilvana, Laís, Danilo, Sheila, Débora, Meire, Liz, Maxwell, Vinícius.

Sou muito grata também a Pró Ana, supervisora do PIBID (Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência), pela paciência, persistência e transmissão de sua experiência comigo na área de docência.

Ao Professor Danilo, por ter me inserido no ramo da pesquisa, sobretudo no Geoprocessamento, muito obrigada pela paciência e motivação. A Professora Grace que me acolheu na pesquisa na área de solos e evolução da paisagem, quem reapresentou-me a laterita e fez e, como bônus, me fez entender mais o inglês e um pouco de francês.

Agradeço também aos meus colegas de trabalho, Rodrigo, Celiane e Thainá pelo ganho pessoal e profissional, os risos e as raivas, as alegrias e frustrações.

Obrigada Nilton por aguentar minhas “peripécias” nesses últimos tempos, você destrói todos os pré-conceitos a adjetivos ruins associados ao funcionário público e vou me espelhar em você, um exemplo de profissionalismo.

Por último e não menos importante: Obrigada à UFBA, ao CNPq (processo 427509/2018-1) e ao Permanecer (Bolsa de Iniciação Científica) que me proporcionaram apoio financeiro!

Obrigada à sociedade! Irei fazer o possível para retribuir o que foi investido em mim, realizando meu papel social.

“A natureza não é caridosa ou cruel. Ela não é a favor nem contra o sofrimento”.

(Richard Dawkins, 1995, p. 70)

RESUMO

O termo laterita e outros mais utilizados para denominar acumulações ferruginosas em ambiente tropical foram sendo banalizados ao longo do tempo, perdendo parte do significado para o qual foram propostos inicialmente. Estes produtos fruto de avançado intemperismo tropical foram recebendo diversos nomes e embora sejam abundantes no Brasil, nos falta bibliografia em português que discutam tantas terminologias. Assim, nossa proposta foi trazer a origem e significado dos principais conceitos utilizados para apresentar as acumulações ferruginosas, assim como uma discussão sobre suas características e processos de formação, através de um denso trabalho de revisão bibliográfica, complementado em certa medida com bibliometria, para disponibilizar em português uma revisão robusta sobre o assunto, contribuindo para nortear futuros trabalhos que se debruçarão sobre a temática. Para tanto, realizamos o levantamento de bibliografias nas áreas da geologia, pedologia e geomorfologia. As informações obtidas foram organizadas cronologicamente, de acordo com as áreas científicas. As publicações consultadas foram correlacionadas e em seguida apresentadas de maneira organizada por termos utilizados. Por fim, defendemos a utilização do termo ferricrete para designar materiais com presença de ferro, sem fazer jus a concentração, independente se estão na forma endurecida (couraça ou petroplintita), ou passíveis de endurecimento (carapaça e plintita), assim como, para os horizontes ou camadas que possuem ferro, e que não se enquadrariam dentro das características anteriores (horizonte mosqueado).

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Países que mais se concentram estudos sobre duricrosta 16
Figura 2 - Subdivisão dos estudos sobre duricrostas por países.....16
Figura 3 - Representação esquemática de um perfil laterítico típico com couraça e termiteiros no topo 20

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 9
2 MATERIAIS E METODOLOGIA 11
3 LATERITA 12
3.1 DURICROSTA 15
3.2 CARAPAÇA E PLINTITA 17
3.3 FERRICRETE, PETROPLINTITA E COURAÇA 17
4. PERFIL LATERÍTICO 19
4.1 ROCHA INALTERADA 21
4.2 SAPRÓLITO GROSSO 22
4.3 SAPRÓLITO FINO (*LITHOMARGE*) 22
4.4 FERRICRETE: HORIZONTES DE ACUMULAÇÃO DE FERRO 23
4.4.1 Carapaça 24
4.4.2 Couraça 25
5. ESCOLHA DOS TERMOS 27
5.1 OUTROS TERMOS 28
6 CONCLUSÕES 30
7. REFERÊNCIAS 33

1 INTRODUÇÃO

O termo laterita adquiriu ao longo do tempo vários conceitos. Foi inicialmente proposto por Buchanan em 1807, aos poucos, passou a ser usado para designar diferentes elementos como solo, horizonte, fase residual e precipitada de minerais formando materiais com grandes concentrações de ferro e alumínio, materiais duros como uma rocha, além de nomear uma abundância de materiais mais ou menos endurecidos de cor avermelhada e, posteriormente, para o estabelecimento de uma relação entre laterita e evolução da paisagem (MCFARLANE, 1976). Contudo, inicialmente este termo não estava associado a uma mineralogia, nem a cor avermelhada, mas sim ao uso como material de construção na Índia (PRESCOTT; PENDLETON, 1952). Embora tenha havido tamanha generalização na utilização da palavra "laterita", esta tendia a se referir a materiais endurecidos ou sujeitos ao endurecimento, ricos em formas secundárias de ferro, alumínio ou ambos, pobres em húmus e bases, contendo quartzo e outros minerais (MAIGNIEN, 1966; MCFARLANE, 1976).

Augustin et al. (2013) propuseram o uso do termo laterita em seu sentido mais amplo, adicionando todas as acumulações por ferro e alumínio, autóctones ou alóctones, em detrimento a utilização de terminologias mais precisas, pois, trabalhos mais recentes ainda continuam utilizando "laterita" assim como também incorporando as suas interpretações, sob a justificativa de que haveriam vários processos que levariam a formação de lateritas. Autores como Tardy e Nahon (1985), Bourman (1993), Tardy (1992, 1993) e Tardy e Roquin (1998), defendem a utilização de nomenclaturas que fornecessem um sentido mais específico. Contudo, ainda assim, o uso abrangente de tal terminologia e o surgimento de outras que sobrevieram para substituí-la, produziu confusão na utilização dos conceitos que prevalecem atualmente, fato que pode estar associado à evolução dos conhecimentos na Geologia, Pedologia e Geomorfologia (ALVES, 2014).

Alguns dos termos que surgiram para substituir laterita são: duricrosta, plintita, petroplintita, carapaça, couraça, ferricrete, bauxita e *ironstone*, além dos de caráter regional, como por exemplo, canga. Do mesmo modo, encontramos uma variedade de vocábulos para caracterizar a morfologia, o processo de formação e degradação e a presença de cavidades associadas a estas fácies ferruginosas.

Visto que há muita confusão na utilização dos termos originados para dar significado ao que se entendia por "laterita", além da falta de um posicionamento mais estrito e a insólita existência de bibliografias em língua portuguesa que se referem a tal problema, nesta revisão teórica pretendemos expor estes, abordando a etimologia, o histórico, os processos e os

ambientes de formação. Acrescentaremos também algumas análises bibliométricas para discutirmos as diferentes terminologias. Assim, buscaremos sugerir o termo que acreditamos ser o mais adequado, diante da exposição da base teórica utilizada, contribuindo para o entendimento do objeto em futuros estudos sobre tal temática.

2 MATERIAIS E METODOLOGIA

Para a revisão teórica, realizamos a definição do objeto de estudo, compilação e a correlação de bibliografias clássicas sobre o assunto, seguida de uma análise bibliométrica dos principais termos elencados.

A compilação consistiu na coleta dos dados, tendo o objeto de estudo já sido definido anteriormente, respeitada a ordem histórica, correspondendo a fase inicial da constatação. Neste sentido, levantamos bibliografias que abordassem sobre o início da utilização inicial do termo laterita, como Buchanan (1807) e Babington (1821), seguidos de Newbold (1844, 1846), Medlicott e Blandford (1879), *Imperial Bureau of Soil Science* (1932), Guerra (1989), Campbell (1971), McFarlane (1976), Pendleton e Sharasuvana (1946), Thorp e Baldwin (1940), *Encyclopedia Americana* (1965).

Na sequência realizamos a correlação, estabelecendo relações e semelhanças entre os dados e os confrontando. Sendo assim, utilizamos Walther (1915), Maignien (1966), McFarlane (1976), Tardy e Nahon (1985), Schaefer et al. (1997), Sampaio (1955), Tardy (1992), Tardy (1993), Thomas (1974), Nahon (1976), Alves (2014), Bourman (1993), Bourman e Ollier (2002), Augustin et al. (2013), Goudie (1973), Ollier e Galloway (1990), Bocquier et al. (1984), Hiruma (2007), Segalen (1969), Rezende et al. (2008), Braucher (2004) e Lima (2018).

Após obtermos um posicionamento do problema de forma objetiva, tendo levantado os principais autores e os responsáveis pela definição dos termos, realizamos uma análise bibliométrica e a mineração dos dados. Para tanto, consideramos todas as bases de dados disponíveis na plataforma *Web of Science*, a saber: *Web of Science Core Collection*, *Current Contents Connect*, *Derwent Innovations Index*, *KCI-Korean Journal Database*, *Russian Science Citation Index* e *SciELO Citation Index*.

Consideramos publicações de 1900 a 2020 disponíveis, em busca realizada em 16 de março de 2021, através da Plataforma Periódicos Capes (https://www-periodicos-capes-gov-br), pelo acesso remoto via *CAFe* (Comunidade Acadêmica Federada), através de login via Universidade de São Paulo.

Para a busca das publicações utilizamos os operadores Booleanos *AND*, *OR*, *NOT* e *. Usamos os campos Título, Resumo e Palavras-chave. Os dados obtidos foram salvos em arquivos em formato *.txt* para a análise de recorrência de termos. Assim, analisamos as tendências dos dados obtidos na plataforma *Web of Science*, através da depuração no software *VOSviewer* na versão 1.6.16 (VOSviewer, 2020). Neste programa utilizamos o arquivo *.txt* para criamos uma nuvem de palavras através da identificação dos termos mais presentes nos títulos

e resumo. Consideramos os campos título e resumo, através da contagem binária (que leva em consideração a ausência ou presença das palavras) e em seguida definimos o número mínimo de ocorrências de cada termo, de modo que cada nuvem apresentasse como resultado até 60 termos, considerando os 60% mais relevantes.

Definimos os seguintes termos para a busca dos termos associados à duricrosta de ferro:

((*duricrust* AND (iron OR Ferr*)))

A busca retornou com 175 publicações, cuja mineração de dados indicou 7009 termos. Definimos a ocorrência mínima de 10 vezes para cada termo, que correspondeu a 89 termos. Destes, 53 termos estavam entre os 60% mais relevantes para a construção da nuvem de palavras. Com esta busca também observamos quais foram os países que mais publicaram utilizando estes termos.

As nuvens de palavras foram avaliadas, juntamente com os artigos clássicos para apresentarmos um panorama de como estas vem sendo utilizadas e quais são as abordagens adotadas.

3 LATERITA

O termo “laterita” provém do latim *later* que significa “tijolo” (CHAMBERS, 1874) e teria sido inicialmente utilizado por Buchanan em 1807 para designar um material ferruginoso observado em Malabar, na costa oeste da Índia. Na observação de Buchanan, tal material era bastante homogêneo, com cavidades e poros, ferro com colorações ocres, vermelhas e amarelas, com aspecto macio quando retirado do solo e capaz de endurecer quando exposto ao ar, possuindo alta resistência às intempéries, se tornando ideal para a utilização em construções (PRESCOTT; PENDLETON, 1952). Segundo os autores, a laterita inicialmente estava relacionada ao uso como material de construção e não a um sinônimo de sua cor avermelhada, comuns aos tijolos. Em 1821, Babington teria sido o pioneiro a empregar o termo de maneira científica (PRESCOSTT, 1954).

Conceituar laterita é uma tarefa difícil. Desde o início do século XVIII o termo foi definido como uma rocha, um resíduo, uma precipitação de elementos, um solo ou seu próprio horizonte, além de incluir uma abundância de materiais endurecidos, com cores avermelhadas, independentemente de sua mineralogia (MCFARLANE, 1976). Estas interpretações seguiam linhas de pensamento dentro da Geologia e da Pedologia. Na Geomorfologia, houve um empreendimento de reformulação do conceito na tentativa de estabelecer uma relação entre laterita e a paisagem associada (GOUDIE, 1973; MCFARLANE, 1976).

Após a definição de Buchanan (1807), seguiram as de Newbold (1844, 1846) na Europa, em que laterita seria caracterizada como uma rocha porosa, sedimentar, arroxeada ou avermelhada, possuindo numerosas cavidades tortuosas, formada através da segregação e rearranjo das diferentes partículas minerais da própria rocha mãe. Medlicott e Blandford (1879) definiram-na assim também, adicionando a ela textura argilosa e presença de ferro hidratado ou oxidado, alterada *in situ* de uma rocha ígnea, metamórfica ou sedimentar. Em 1932, o *Imperial Bureau of Soil Science* definiu laterita como um produto de rocha intemperizada formado pela lixiviação de rochas ígneas e metamórficas, em que as bases e a sílica foram removidas, deixando um resíduo contendo alumínio. O dicionário Geológico Geomorfológico (1989) a definiu como uma rocha ferruginosa de regiões intertropicais úmidas, fruto da alteração de qualquer litotipo, restando um resíduo insolúvel de Fe, Al, Ti e Mn.

Campbell (1917) foi o primeiro a definir laterita como uma precipitação, observando que os minerais acumulados nela tinham um grau de mobilidade maior, ou seja, que a concentração deles seria devido a esta mobilidade no solo. Para McFarlane (1976), esse foi um ponto importante no desenvolvimento de teorias da gênese da laterita sob a óptica pedológica, e, por conseguinte, reforçou a ideia de que esta seria um solo ou um horizonte deste. A adoção desta ideia foi significativa para os geomorfólogos, pois, considerando que a laterita seria formada por um processo de precipitação, a topografia influenciaria na direção do movimento dos elementos, tendo como consequência a evolução da paisagem.

Pendleton e Sharasuvana (1946) determinaram laterita como um horizonte iluvial com estrutura pisolítica. Thorp e Baldwin (1940) definiram-na como um solo, produto do intemperismo tropical. D'Hoore (1954) subdividiu laterita de acordo com os processos de formação que poderiam ser de acumulação relativa ou absoluta.

A acumulação relativa é fruto do processo da concentração de Fe_2O_3 e Al_2O_3, devido a perda de SiO_2 e bases, envolvendo tanto a interpretação da laterita como precipitação química, quanto como um resíduo do intemperismo, no qual constituintes relativamente imóveis se acumulariam perto da superfície por conta da saída dos elementos mais móveis. A acumulação absoluta que se daria por iluviação, através do recebimento de Fe_2O_3 e Al_2O_3, ou dos elementos químicos capazes de formá-los, provenientes de fontes laterais superiores, como uma laterita pré-existente ou mesmo materiais ricos nestes elementos, sua concentração e cimentação se daria nas partes inferiores da paisagem.

Esta subdivisão levou ao entendimento que haveria lateritas autóctones, verdadeiras ou endógenas e lateritas alóctones, falsas ou exolateritas (SCHELLMANN, 1983). Bourman e Ollier (2002) acreditam que esta distinção seria irrelevante, pois as lateritas transportadas

posteriormente sofreriam intemperismo químico, ou seja, os dois processos ocorreriam sequencialmente.

A *Encyclopedia Americana* (1965) considerou a laterita como um solo residual, formado *in situ*, através da desagregação de rochas ígneas básicas e intermediárias. Webster (1828) definiu também como um solo vermelho desenvolvido em climas quentes e úmidos com trocas das bases e da sílica pelos hidróxidos de alumínio e ferro, podendo apresentar-se como solos com crosta ou um horizonte. De acordo com Hamming (1970) não há consistência no uso do termo laterita e seus derivados, fazendo com que ocorram discrepâncias em algumas publicações. Para o autor, a palavra laterita, assim como outras provenientes desta, poderiam ser eliminadas em favor da utilização de novas terminologias.

Maignien (1966) considerava já naquela época, que o termo laterita havia atingido tal generalidade que não possuía mais um significado pedológico, contudo, debruçava-se sobre materiais endurecidos ou sujeitos ao endurecimento, rico em formas secundárias de ferro, alumínio ou ambos, pobre em húmus e bases e, contendo minerais resistentes como quartzo (MCFARLANE, 1976).

No Brasil o material ferruginoso e endurecido, com coloração enegrecida, foi descrito por viajantes naturalistas já no século XIX, entre eles Spix e Martius, Eschewege, Costa Sena (SCHAEFER et al., 1997). Esse material foi amplamente utilizado para a construção e pavimentação devido a sua resistência e durabilidade, sendo popularmente conhecido como *tapunhunacanga*[1] que corresponderia a uma pedra arredondada, em formato de cabeça e com a cor negra, podendo também ser chamada de *tapanhoacanga*, *tapiocanga*, *itapanhucanga (ita* significa pedra), ou somente *canga*, que seriam todas palavras derivadas de *tapunhunacanga* (SAMPAIO, 1955). Embora haja vários conceitos em torno do termo laterita, Tardy (1992) considera que este são:

> [...] bauxitas, ferricretes, duricrostas de ferro ou alumínio, horizontes mosqueados, "carapaça", "couraças", plintitas, pisólitos ou materiais que suportam nódulos e é estendido às formações ou horizontes que são partes de solos ferralíticos vermelhos ou amarelos, solos ferruginosos tropicais e outras formações, tais como litomarcações cauliníticas, que são moles, porém, não se tornariam endurecidas, mas, portanto, são, por exemplo, comumente associadas à ferricretes endurecidas (TARDY, 1992, p.380, *tradução nossa*).

Segundo Alves (2014), a ampla utilização da palavra “laterita” para denominar diversos tipos de materiais fruto de acumulações ferruginosas formadas sob clima tropical, acrescida da

[1] Como não havia originalmente negros no Brasil, essa palavra foi criada com a junção da palavra *tapúïia* (índio não tupi), acréscimo da palavra *una* (preto), e, então, a palavra *akanga* foi associada para designar as pedras muito escuras e arredondadas, que lembraria a cabeça de uma pessoa (BAGNO e CARVALHO, 2014), levando alguns autores a identificarem como pedra de cabeça de negro (SAMPAIO, 1955).

evolução dos conhecimentos na área da Geologia, Pedologia e Geomorfologia, acabou levando a criação de outros termos para substituí-la, levando a adoção de diferentes termos para cada área.

Bourman (1993) indicou que a palavra laterita poderia ser substituída por ferricrete, duricrosta ferruginosa e os chamados materiais complementares por manto intemperizado, zonas mosqueadas, zonas plintíticas e zonas pálidas. Tardy e Roquin (1998) defendem que laterita deveria ser utilizada em um senso mais amplo, designando todos os materiais friáveis ou endurecidos que tenham sua cor e estrutura relacionadas à predominância de caulinita, óxidos e hidróxidos de ferro ou de alumínio livres e minerais primários resistentes, tais como quartzo.

Bourman e Ollier (2002) e Augustin et al. (2013), apontam para o fato de que seria necessário definir o termo a ser utilizado antes da publicação a fim de evitar interpretações equivocadas em trabalhos que optassem pela utilização do vocábulo laterita.

Assim, já levantado o histórico e alguns diversos conceitos relacionados, nos empenharemos em argumentar sobre duricrosta, carapaça, plintita, ferricrete, couraça, petroplintita, *ironstone*, bauxita, mosqueado, nódulo e pisólito, numa tentativa de apresentá-los e discuti-los, para então sugerirmos quais se adequariam para nomear as diferentes formas de acumulação de ferro endurecido ou não.

3.1 Duricrosta

Etimologicamente o termo duricrosta é composto pelo prefixo duri, que deriva do latim *durus* e significa endurecido, e o sufixo crosta, do latim *crusta* denotando crosta (CHAMBERS, 1874). Foi proposto por Woolnough, em 1927, para englobar crostas de ferro, sílica, cálcio, alumínio, magnésio, gipsita e fósforo (GOUDIE, 1973).

As duricrostas seriam produtos de processos terrestres que ocorreriam dentro de uma zona de intemperismo, com concentração de sesquióxidos de ferro e alumínio, sílica, carbonato de cálcio, ou outros elementos, que se acumulariam ou substituiriam um solo, uma rocha ou um material intemperizado preexistente, proporcionando que esta concentração se transformasse em uma massa endurecida (GOUDIE, 1973).

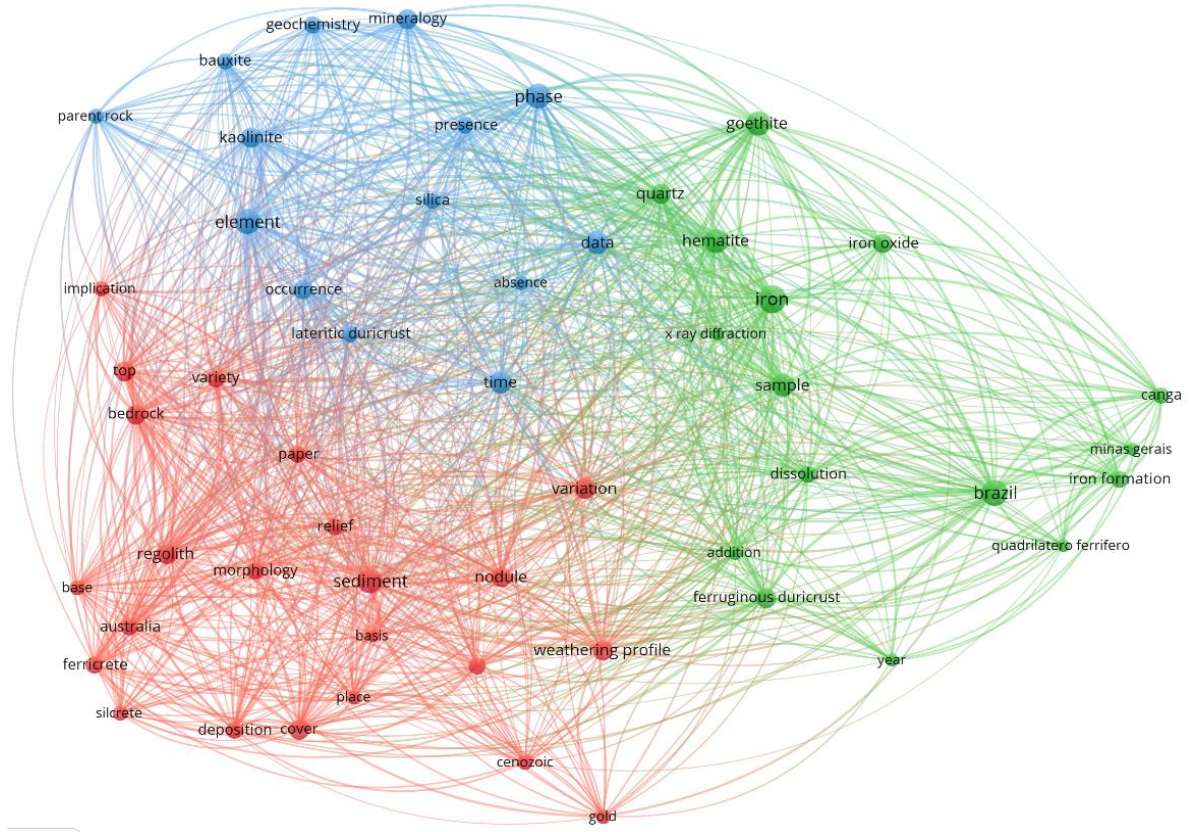
A palavra duricrosta comumente é utilizada por geólogos somente para materiais já enrijecidos (MCFARLANE, 1976), cuja composição mineralógica não está explícita a não ser que venha seguida de um substantivo adjetivado, como por exemplo, duricrosta ferruginosa, portanto, indicando um material endurecido e rico em ferro. O emprego maior pela área de Geologia se confirma atualmente, de acordo com buscas realizadas em bases de dados da WOS

(*Web of Science*), além de uma notável concentração de estudos por australianos e brasileiros, evidenciados inclusive na nuvem de palavras (**Figura 01** e **02**).

Figura 1 - Países que mais se concentram estudos sobre duricrosta

Fonte: Web of Science (2021)

Figura 2 – Nuvem de palavras com os termos mais recorrentes em publicações associadas à busca ((*duricrust* AND (iron OR ferr*)))



Fonte: Web of Science (2021)

As publicações que discutem duricrostas ferruginosas se dividem em três grupamentos: em verde as associadas ao Brasil, com destaque para os estudos realizados em Minas Gerais, em particular no Quadrilátero Ferrífero que incluem as formações de ferro bandadas, assim como os processos e minerais associados às duricrostas; em vermelho os estudos realizados no oeste australiano, que já passam a considerar o perfil de intemperismo e características deste (morfologia, nódulo, ferricrete, regolito etc.), o relevo ou posição e processos associados a ele; há ainda um terceiro grupamento em azul associado a publicações que tratam de geoquímica e mineralogia, discutindo fases, presença, ausência e ocorrência de elementos e minerais no tempo geológico (**Figura 02**).

3.2 Carapaça e Plintita

Os termos carapaça e plintita são utilizados para materiais/horizontes que contenham ferro na forma endurecida ou não. Introduzido por Arsandaux em 1909 (TARDY, 1993), carapaça provém do latim *cap(p)a* que significa manto grande (CHAMBERS, 1874), possuindo o sentido de envolver, recobrir, sem fazer referência ao elemento que está acumulando. Já plintita, viria do grego *plinth* que significa tijolo e teria sido criado pelo Departamento de Agricultura dos Estados Unidos em 1960 (MAIGNIEN, 1966) e utilizado para acumulações de ferro endurecidas ou não (DANIELS et al., 1978; USDA, 2014), que segundo Daniels et al. (1978) podem ser diferenciadas entre friáveis e extremamente duras. O termo também é amplamente utilizado pelo Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS), sempre associado à acumulação de ferro não endurecida, mas que pode se tornar dura ou muito dura ao secar (SANTOS et al., 2018).

Podemos considerar que a carapaça é a consequência da evolução da camada mosqueada e os dois fazem parte de um mesmo sistema genético, assim como também, consideramos que plintita pode ser a camada mosqueada que evoluiria para a carapaça. Tanto a plintita quanto a carapaça se enriqueceriam progressivamente com hematita e posteriormente tornariam-se endurecidas, embora seja possível quebrá-los com a mão. Carapaça e plintita parecem possuir o mesmo sentido, considerando a definição do SiBCS, sendo a carapaça mais comum nas escolas francesas de Pedologia, enquanto plintita é mais utilizada pela escola Norte-Americana, além de pesquisadores brasileiros que adotam o SiBCS.

3.3 Ferricrete, Petroplintita e Couraça

Os termos ferricrete, petroplintita e couraça são usados para denominar materiais/horizontes fruto de acumulação de ferro já enrijecidos. Ferricrete foi adotado

inicialmente por Lamplugh em 1902, o prefixo ferri possui sua gênese do latim *ferrum* que significa ferro e o sufixo crete deriva da palavra em latim *cretum*, que significa acumulação (CHAMBERS, 1874). Seu uso é frequente para designar a parte da camada que se apresenta endurecida (TARDY e NAHON,1985; TARDY, 1992; SUMMERFIELD, 1991).

Já o termo petroplintita se originou do grego cujo prefixo *petr* se refere à rocha e o sufixo *plinth*, significa tijolo (GLARE, 1968), sugerido por Sys (1968), com a finalidade de diferenciar as acumulações ferruginosas mais endurecidas das menos endurecidas (plintita). Embora o autor tenha feito esta sugestão, o termo não foi amplamente adotado pela Soil Survey, não aparecendo na publicação mais recente com as chaves de classificação dos solos (USDA, 2014), e com apenas uma menção na Soil Taxonomy (USDA, 1999), na qual as petroplintitas aparecem associadas à descrição do horizonte Oxic, indicando a ocorrência comum de petroplintitas nestes materiais. No SiBCS a petroplintita é apresentada como um estágio evolutivo mais avançado de enriquecimento de ferro que a plintita, tendo como resultado maior resistência do material (SANTOS et al., 2018). Embora estes autores creditem a definição também a Daniels et al. (1978), este autor não define petroplintita, nem a diferencia em relação à plintita, embora cite trabalhos que utilizam o termo nas referências.

Por fim, couraça, instituída por Lacroix, em 1913 (TARDY, 1993), deriva do latim *corium* que significa pele e tem o sentido de revestir, proteger, entre outros, assim como carapaça (CHAMBERS, 1874), mas fornecendo uma proteção mais endurecida.

Ferricrete é entendido como uma massa cuja cimentação seria condicionada pelos óxidos de ferro que formariam um conglomerado ferruginoso, sendo a denominação estendida para incluir todas as crostas e horizontes contínuos cimentados e endurecidos com Fe (LAMPLUGH, 1902; BOURMAN, 1989). É possível encontrar outras subclassificações, sobretudo, ferricrete nodular (> 5 mm – 3 cm) e pisolítica (> 2 mm - 5 mm). A primeira teria cascas finas em sua volta e a segunda exibiria cascas cimentadas semelhantes a uma rocha (BOURMAN, 1989), ou seja, isto sugere que, diante desta classificação, se admitiria materiais com maior facilidade de quebra e outros mais endurecidos.

Este termo é amplamente adotado na geomorfologia cuja utilização serve para indicar um horizonte constituído pela cimentação de óxidos de ferro próximos à superfície, formando uma duricrosta resistente, tendo entre 1 m e 20 m de espessura, podendo se estender lateralmente por centenas ou até milhares de km² (WIDDOWSON, 2003). Esta camada ganha importância quando o horizonte superficial do solo é erodido, fazendo com que o ferricrete influencie nas formas de relevo (THOMAS, 1974). Assim, em afloramentos, compreenderia a uma massa de ferro maciça e interligada, frequentemente associada a sesquióxidos de ferro e

alumínio que uniriam outros componentes litológicos e pedogenéticos (WIDDOWSON, 2003). Coelho (1998, p. 8) adotou o termo ferricrete para referir-se “tanto a horizontes nodulares com sua matriz friável, como às crostas ferruginosas contínuas, sem nenhuma implicação genética, visando caracterizar e elucidar a gênese destes materiais na paisagem”. Etimologicamente, ferricrete designa uma acumulação de ferro, não fazendo distinção sobre seu grau de dureza, contudo, aparece associado aos materiais em que a hematita seria o principal mineral encontrado (LAMPLUGH, 1902; WIDDOWSON, 2003), corroborando com prefixo do termo.

Tanto a couraça, quanto a petroplintita são utilizadas para designar materiais compostos por concreções de ferro, nodulares ou pisolíticas, que conteriam irregularidades tubulares, canais com terra fina, condutos de raízes e água, apresentando na composição mineralógica teores expressivos de hematita e goethita e menores valores de sílica (SMITH et al., 1977; SOUSA, 2015). Elas resultariam da incrustação da carapaça ou plintita nos solos tropicais por reprecipitação de óxidos de ferro desidratados mobilizados em forma de géis (TARDY, 1993). Diferentemente da carapaça ou da plintita, a couraça e a petroplintita não poderiam ser quebradas com a mão ou uma faca (PLAISANCE; CAILLEUX, 1958).

4. PERFIL LATERÍTICO

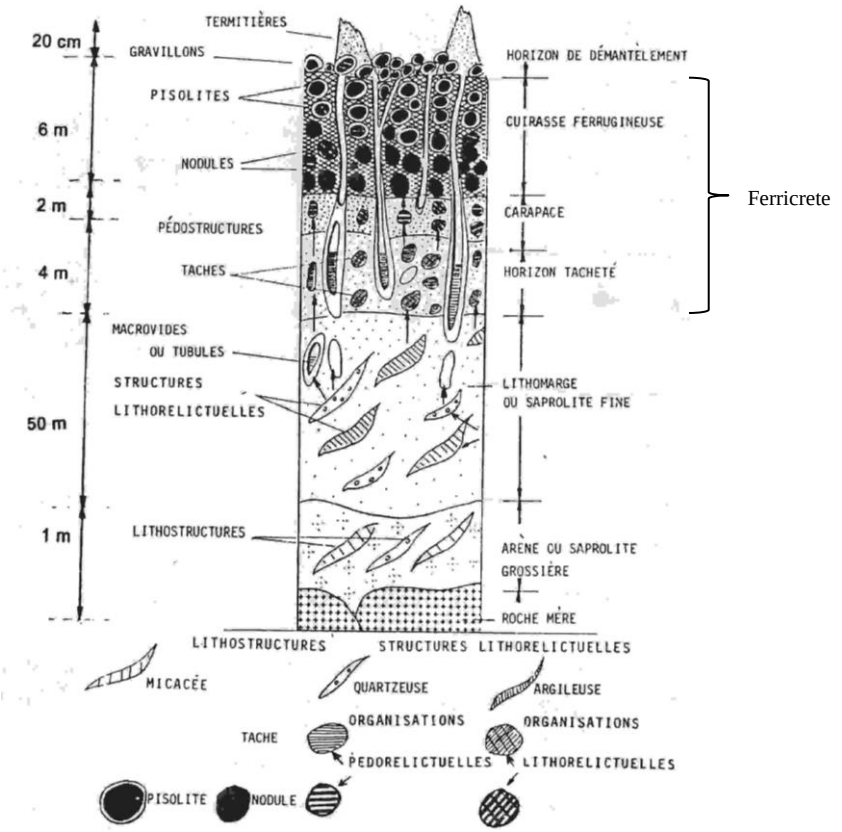
O perfil laterítico é uma sucessão de horizontes ou zonas associadas (OLLIER; GALLOWAY, 1990), sendo elas classicamente segmentadas da porção inferior a mais superficial em: rocha, zona pálida, zona mosqueada e zona ferruginosa (WALTHER, 1915). Sua gênese estaria associada à alternância de climas tropicais úmidos e áridos numa escala de milhões de anos (TARDY, 1992; 1993), em condições topográficas específicas (GOUDIE, 1973; MCFARLANE, 1976), que permitiriam a mobilização do ferro através do lençol freático na forma reduzida e sua cristalização na forma oxidada (NAHON; TARDY, 1985), proporcionando um ambiente favorável para a formação de couraça (MCFARLANE, 1976). Por este motivo, é necessária a compreensão da formação e evolução do perfil laterítico, assim como também o entendimento das variadas fácies de couraça e os solos correlacionados, pois podem revelar diferentes estágios de formação/transformação que ocorreram ou que estão acontecendo atualmente, exercendo, portanto, influência na evolução da paisagem (ALVES, 2014).

O perfil laterítico, levando em consideração sua complexidade, pode apresentar cinco diferentes horizontes (TARDY, 1969; NAHON, 1976). Tardy e Nahon (1985) apresentaram um perfil laterítico que denominaram como típico com concreções próximas ao topo. Este perfil foi dividido da parte mais baixa até a parte superior da seguinte forma: rocha inalterada,

horizonte de saprólito grosso, horizonte de saprólito fino (*lithomarge)*, horizonte mosqueado e horizonte de ferricrete. No entanto, de acordo com nossa interpretação em relação à ferricrete, horizonte mosqueado, carapaça e couraça e conforme a perspectiva de Tardy (1993) separamos o perfil laterítico da porção inferior a superior desta maneira (Figura 01):

a) Rocha inalterada;
b) Horizonte de saprólito grosso;
c) Horizonte de saprólito fino (*lithomarge*);
d) Ferricrete: Carapaça e Couraça;
e) Horizonte de desmantelamento.

Figura 3 - Representação esquemática de um perfil laterítico típico com couraça e termiteiros no topo



Fonte: Adaptado de Tardy (1993).

O surgimento do perfil laterítico e a diferenciação dos seus horizontes estão intrinsecamente atrelados à circulação da água, agente principal que conduz a evolução do perfil através da redução e oxidação dos minerais distribuídos na vertente e, consequentemente, nos horizontes do solo. A maior intensidade dos processos se daria durante os períodos chuvosos, que promoveriam a infiltração, a recarga do freático e a circulação do fluxo lateral pela zona saturada. A circulação das águas subterrâneas a jusante é significativa, pois, todo material que

infiltra por ela à montante verticalmente, em parte se transfere à jusante através da circulação lateral nos períodos chuvosos, proporcionando nos períodos secos ou no topo oscilante do freático, o contato com oxigênio, permitindo então a reprecipitação de determinados elementos que não foram liberados para a drenagem superficial (TARDY, 1993).

A drenagem e a hidrotopia estão relacionadas à intensidade de escoamento, lixiviação e a hidratação, influenciando na dissolução da sílica, orientando o metabolismo químico do solo e a natureza dos produtos de alteração formados (TARDY, 1993; BUSTILLO, 2015), determinando assim o equilíbrio físico-químico no perfil laterítico (TARDY, 1993). A drenagem e a taxa de renovação de soluções no domínio insaturado do solo controlariam a atividade dos íons, a atividade da sílica, a fugacidade do oxigênio, a transitoriedade do dióxido de carbono, o pH e todos os parâmetros químicos que regulam os balanços da solução mineral (TARDY, 1993). Já a hidrotopia controlaria o potencial e a atividade da água e, portanto, regularia o equilíbrio da hidratação e desidratação no solo (NYE, 1954).

A alteração do perfil laterítico pode levar à formação de bauxita, couraça e solos cauliníticos porosos e muito espessos, em que as características da rocha-mãe tendem a desaparecer (TARDY, 1993). O material de origem do perfil laterítico ou de sua alteração não é fácil de ser reconhecido, pois podem ser provenientes de acumulação relativa e/ou absoluta, podendo também ser polifásicos, mantendo relações com o início do estabelecimento de um clima úmido no Brasil, pós-abertura do Oceano Atlântico Sul, durante o Mesozoico, seguido de um clima mais úmido durante o Eoceno, e mais seco a partir do Plioceno, com fases interglaciais úmidas (TARDY, 1993; TARDY; ROQUIN, 1998; RIFFEL et al., 2016; ROSOLEN et al., 2017; SHUSTER et al., 2012).

A maior parte dos materiais lateríticos seria formada *in situ*, ou seja, autóctones, onde boa parte da sílica seria perdida, restando o ferro e/ou alumínio, porém tais elementos poderiam também ser lixiviados e acumulados por transferências verticais e laterais (LEPRUN; NAHON, 1973; BOULET, 1978; NAHON, 1976).

4.1 Rocha Inalterada

Este horizonte é constituído por rocha não alterada (**Figura 3**) (WALTHER, 1915). As rochas são constituídas de minerais (no caso de rochas cristalinas, minerais primários e das rochas sedimentares, minerais primários e secundários) como suas unidades constituintes e são a base fundamental para o processo de intemperismo (FONTES, 2012) e formação do perfil laterítico.

Na superfície do solo, todas as rochas que foram formadas em profundidade tendem a se transformar ou alterar sua natureza mineralógica e química, transformando feldspatos, biotitas e piroxênios (minerais primários) em vermiculitas e caulinitas (minerais secundários). Esta transformação é processada pelos elementos climáticos, como chuva e temperatura (TARDY, 1993), com contribuição dos organismos (FONTES, 2012).

4.2 Saprólito Grosso

Etimologicamente, o termo saprólito significa rocha podre (ESPINDOLA, 2017). Acima da rocha e abaixo do saprólito fino encontra-se o saprólito grosso (**Figura 3**), com abundantes fragmentos de rochas e minerais primários com estruturas originais pouco degradadas (TARDY, 1992). O limite entre a rocha inalterada e o saprólito grosso geralmente não é plano devido à ação irregular do intemperismo sobre os diversos minerais com diferentes graus de resistência, podendo restar nos horizontes superiores relíquias da rocha-mãe (TARDY, 1992). Além disso, a existência de fraturamento pode influenciar na irregularidade dessa frente de alteração.

No saprólito grosso, geralmente são encontrados cloritos, talcos, vermiculitas e uma grande variedade de esmectitas (TRESCASES, 1975; BOUKILI et al., 1983; NAHON, 1991), não característicos de climas contrastantes, no entanto, representando a baixa temperatura e o ambiente fechado ou semifechado em que foram formados (TARDY, 1969, 1993). São provenientes da alteração intramineral de minerais primários, mas também podem ser neoformados devido ao recebimento de soluções de outras partes do perfil ou da vertente (BOCQUIER et al., 1984; TARDY, 1993).

4.3 Saprólito Fino (*Lithomarge*)

O termo *lithomarge* vem do grego *lithos,* que significa rocha e do latim *marga*, que significa argiloso (TARDY, 1993). *Lithomarge* é utilizada em um sentido muito geral para designar o material formado a partir da alteração dos minerais primários, com predominância de caulinita, quartzo e goethita ou hematita subordinada (LENEUF, 1959; MILLOT, 1964; TARDY, 1969).

O saprólito fino (*lithomarge*) (TARDY; NAHON, 1985), é geralmente denominado de zona pálida (WALTHER, 1915; OLLIER; GALLOWAY, 1990), zona saturada (CAMPBELL, 1917), zona de alteração (BOCQUIER et al., 1984) ou isalterita (BOULANGE, 1984). Localiza-se acima do saprólito grosso e abaixo do horizonte mosqueado (**Figura 3**) ou onde se encontra o lençol freático (TARDY; NAHON, 1985).

Nesta zona, o movimento das águas subterrâneas eliminaria álcalis, parte da sílica, parte do alumínio e grande parte do ferro (derivados de fontes adjacentes), restando como resíduo, argilas (caulinita) e quartzo (CAMPBELL, 1917).

Contrariando a ideia de Campbell (1917), alguns autores consideram que no saprólito fino haveria alteração completa ou parcial da maioria dos minerais primários para secundários, a conservação da estrutura e volume original da rocha devido a permanente condição de saturação promovida pelo freático, a diminuição da dureza da rocha (LENEUF, 1959; MILLOT, 1964; MAIGNIEN, 1966; TARDY, 1969; NAHON, TARDY, 1992), a redução da mobilidade do ferro e do alumínio (BOCQUIER et al., 1984) e a ausência de ganho ou perda expressiva destes elementos (TARDY, 1992). Esta zona não apresentaria hematita e nem formação de concreções (TARDY; NAHON, 1985). No saprólito fino (*lithomarge*) haveria quartzo e resquícios de outros minerais primários, sendo os predominantes caulinitas e goethitas (TARDY, 1992) e por este motivo, esta zona não poderia ser chamada de laterita como indicado por Bourman (1993).

Neste sentido, McFarlane (1976) indica que tal zona não era uma fonte de ferro, tomando como critério sua espessura que nem sempre possibilitaria a liberação de Fe, sendo assim, não teria relação com as couraças, não aparecendo em alguns perfis. Neste sentido, para Loughnan et al. (1962) um verdadeiro perfil laterítico não exibiria o horizonte de saprólito fino, considerando que a existência deste implicaria em não haver um perfil laterítico. O que ocorre é regiões onde predominam climas mais secos, geralmente, não apresentariam este horizonte em seus perfis lateríticos, devido à restrição hídrica que afetaria a quantidade de água percolada, impossibilitando o recarregamento do freático e a evolução do saprólito fino (*lithomarge*) (MULCAHY, 1960) e em neoformações ou substituições isomórficas, o Fe+3 pode substituir o Al+3 na caulinita ou minerais 2:1, fazendo com que, a partir da degradação destes, o saprólito fino seja uma fonte de ferro.

4.4 Ferricrete: horizontes de acumulação de ferro

Considerando a etimologia da palavra, utilizaremos ferricrete para zonas em que ocorre acúmulo de ferro endurecido ou não, sendo assim, o dividimos em carapaça/plintita e couraça/petroplintita. A carapaça assim como a couraça são termos usados para materiais ferruginosos que podem nomear também o horizonte. Tais carapaças evoluiriam para couraças e juntas, formariam o horizonte de ferricrete (MCFARLANE, 1976). Utilizaremos os termos couraça e carapaça, pois a base bibliográfica é predominantemente de origem francesa.

4.4.1 Carapaça

A carapaça (que associamos ao horizonte mosqueado, fruto de um processo evolutivo), (TARDY; NAHON, 1985; TARDY, 1992, 1993), também chamado de zona mosqueada (WALTHER, 1915; OLLIER; GALLOWAY, 1990), zona glebular (BOCQUIER et al., 1984) e intermediária (CAMPBELL, 1917) está entre o saprólito fino ou na zona de oscilação do freático e a couraça (**Figura 3**).

Para Maignien (1966) e Tardy e Nahon (1985), a carapaça conteria material com ferro ainda não endurecido, contudo, este horizonte poderia apresentar acúmulos de ferro e alumínio endurecidos, isto porque encontra-se numa posição em que o oxigênio entra em contato com o ferro na forma reduzida (BOCQUIER et al., 1984; CAMPBELL, 1917; TARDY, 1993).

A gênese do horizonte de ferricrete está associada à presença de cavidades que se iniciariam no saprólito fino (TARDY, 1993). As cavidades seriam fruto da microfauna ou da alteração e dissolução diferencial da rocha que através da hidrólise e intemperizaria os minerais primários de forma heterogênea, conforme a resistência de cada um (MAIGNIEN, 1966; MIKLOS, 1992; SCHAEFER, 2001). A oscilação do freático nas cavidades levaria a uma remobilização do ferro das áreas com poros mais largos e se concentrariam em áreas ricas em argila, formando mosqueado, estágio precursor das concreções. As caulinitas concentradas nos poros maiores seriam também progressivamente enriquecidas com ferro. Nesta zona, a goethita dominaria, mas a hematita apareceria em pequenas porcentagens, assim, com a evolução dos mosqueados para concreções, a hematita passaria a substituir a goethita (TARDY e NAHON, 1985). As cavidades provenientes de rochas ricas em quartzo, naturalmente não seriam boas hospedeiras para o acúmulo de caulinita e de oxi-hidróxidos de Fe, pois estes lixiviariam facilmente, no entanto, as com textura argilosa proporcionariam o agrupamento secundário de caulinita e quartzo associado geralmente a uma acumulação secundária de ferro (TARDY, 1992).

Estes processos levariam a formação de manchas avermelhadas (hematita) e amareladas (goethita) evidenciando um contraste com as áreas descoloridas brancas-acinzentadas (caulinita), localizadas ao redor das cavidades, podendo ser denominadas de plintitas (EMBRAPA, 2013). Tais manchas possuem bordas difusas, sendo derivadas de eluviação e iluviação, constituindo posteriormente carapaças nodulares, com acumulação centrípeta de ferro, mais ou menos endurecidos, com bordas francas, correspondendo um estágio precursor da formação da couraça (TARDY, 1993).

4.4.2 Couraça

A couraça está localizada acima da carapaça (**Figura 3**) (TARDY; NAHON, 1985; TARDY, 1992, 1993), também pode ser denominada de zona ferruginosa (WALTHER, 1915), zona vadosa (CAMPBELL, 1917) ou pisólitos compactados/espaçados (OLLIER; GALLOWAY, 1990).

Na base do horizonte em questão, haveria maior influência da oscilação do nível dinâmico do freático, produzindo um ambiente oxidante, responsável por formar a couraça (CAMPBELL 1917). Concomitantemente, o ferro em solução se deslocaria através da infiltração de águas pluviais, acumulando-se de forma progressiva, situação que começara já na carapaça (TARDY, 1993).

No horizonte encouraçado, as áreas embranquecidas e amareladas seriam reduzidas em tamanho, sendo substituídas por domínios endurecidos de cor avermelhada, pois, a influência do oxigênio começaria a aumentar em detrimento ao ambiente mais redutor da carapaça (MAIGNIEN, 1966). Ocorreria também a formação de cavidades, que podem vir a apresentar um preenchimento por caulinita e quartzo fino e, posteriormente, a transformação destes materiais em couraças, nas quais o ferro se acumularia como hematita (NAHON, 1976).

Em direção ao topo, anéis de goethita precipitariam formando um córtex em torno dos nódulos gerando pisólitos, como um processo secundário de degradação (TARDY; NAHON, 1985). Segundo os autores, isso resultaria da reidratação de hematitas aluminosas, levando as goethitas, neste ponto, a serem altamente aluminosas e perderem Al no processo de degradação, tendo como produto a goethita pura. A continuação do processo formaria uma camada cascalhenta, fruto do desmantelamento das couraças (TARDY; NAHON, 1985).

Os fragmentos de couraça~~s~~ também poderiam surgir na superfície do solo como finas camadas de material retrabalhado, podendo estar associados à remoção de boa parte do material fino pelos processos erosivos, expondo o horizonte encouraçado (MAIGNIEN, 1966) ou ~~a~~ na forma de uma camada cascalhenta (OLLIER; GALLOWAY, 1990). Há ainda a contribuição de cupins que podem remobilizar o material fino rico em ferro para cima da camada encouraçada, promovendo o aumento do material mais fino e do horizonte de cascalho em superfície (MIKLOS, 1992; SCHAEFER, 2001).

4.4.2.1 Horizonte de desmantelamento

Na parte mais superior do horizonte encouraçado aconteceria o desmantelamento da couraça (**Figura 3**). Esta área é denominada de zona mole (BOCQUIER et al., 1984) ou horizonte de desmantelamento (TARDY, 1992, 1993). Sua formação consistiria no acúmulo relativo de fragmentos de couraça, minerais primários (quartzo) e minerais secundários

(caulinita e oxi-hidróxidos), de estrutura angulosa, subangulosa e arredondada, distribuídos de forma mais ou menos retilínea (HIRUMA, 2007).

Hiruma (2007) chama atenção para a poligenia da camada cascalhenta, algo que segundo o autor é muito debatido e orbita sobre esta ser alóctone ou autóctone. A aloctonia está relacionada à perda de material mais fino em detrimento ~~a~~ de um mais grosso ou a ação de térmitas, já a autoctonia embasa-se em processos geoquímicos.

A camada cascalhenta por vezes é considerada fruto da degradação da couraça, representado uma paleocondição (MAIGNIEN, 1966; QUEIROZ NETO; NAKASHIMA, 1973; BOCQUIER et al., 1984; FAIRBRIDGE et al., 1984; TARDY; NAHON, 1985, TARDY; NAHON, 1992; TARDY, 1992, 1993); um material transportado de forma descendente ou ascendente por cupins (MAIGNIEN, 1966; BOCQUIER et al., 1984; SCHAEFER, 2001) podendo ser retrabalhado pela vegetação, possibilitando efeitos combinados de água e matéria orgânica (MAIGNIEN, 1966); uma consequência da instabilidade morfogenética combinada com condições de aridez e umidade, proporcionando enriquecimento de materiais mais grossos pela perda de frações mais finas, formando paleopavimentos detríticos (SEGALEN, 1969) ou ainda, uma herança litológica proveniente da alteração e decomposição da rocha, realçada pela dissecação morfogenética do relevo (REZENDE et al., 2008).

Esta camada pode ser reconhecida como linhas de pedra (*stone lines*) (AB'SÁBER, 1959; OLLIER; GALLOWAY, 1990), que sob a perspectiva alóctone, caracterizaria uma desconexão genética entre a carapaça e a couraça (OLLIER; GALLOWAY, 1990).

Braucher et al. (2004) utilizou o isótopo ^{10}Be para determinar os processos de formação de linhas de pedra em um perfil laterítico, chegando à conclusão que o aumento significativo de ^{10}Be na camada cascalhenta, quando dista da área fonte, significaria um desenvolvimento autóctone, já a concentração constante deste elemento ao longo desta camada, estaria associado a aloctonia.

De todo modo, é importante uma análise sistêmica – não antagônica da morfogênese e pedogênese – que permita a associação de aspectos climáticos atuais, paleoclimáticos, geológicos, geomorfológicos, uso e cobertura da terra e do solo que ora pudessem favorecer processos pedogenéticos, ora processos erosivos (LIMA, 2018).

O estabelecimento da vegetação sobre o pouco espaço que haveria sobrado da camada cascalhenta, formaria um horizonte orgânico que incrementaria matéria orgânica sobre a couraça, auxiliando na dissolução e no maior grau de desmantelamento desta através da acidificação, levando a hidratação e redução com remobilização em Fe e enriquecimento relativo em Al e Si (MAIGNIEN, 1966; TARDY; NAHON, 1985).

O desmantelamento liberaria quantidades significativas de sesquióxidos que migrariam, podendo formar novos horizontes de ferricrete em níveis mais baixos numa vertente, ou mesmo em profundidade (MAIGNIEN, 1966; TARDY; NAHON, 1985), acumulando progressivamente o ferro, enriquecendo as camadas superiores com Al e Si, dissolvendo a caulinita e corroendo o quartzo, tornando a hematita e goethita dominantes, considerando que toda essa evolução e distribuição da goethita e hematita seria regulada pela atividade da água (TARDY, 1993).

O horizonte de ferricrete e o de desmantelamento fazem parte de um sistema único de formação e destruição constante (TARDY, 1992). O encouraçamento no perfil laterítico participa de uma sucessão de ciclos que estão relacionados aos elementos constituintes do mesmo, resultando no estabelecimento de variadas fácies de couraça, cujo estudo pode permitir uma reconstrução histórica de sua transformação e estabelecimento, podendo ainda estar inserida numa perspectiva estratigráfica (MAIGNIEN, 1966) e paleogeográfica (ALVES, 2014).

A presença de um perfil laterítico em paisagens e climas que atualmente não satisfariam sua formação, pode estar relacionada à paleocondições (WALTHER, 1916; MILLOT, 1983). Além disso, a presença e a espessura do saprólito fino (*lithomarge*) estariam relacionadas à distribuição pluviométrica, correspondendo ao período que estes materiais estão se formando (TARDY, 1993) e consequentemente com a alteração da rocha que pode ser rica em ferro, independentemente de sua classe (GOUDIE, 1973), acarretando a individualização, mobilização e a cristalização dos minerais (MAIGNIEN, 1966). Não há um "verdadeiro" perfil laterítico e sim uma diversidade destes, quando submetidos a uma sucessão de climas diferentes ao longo de uma escala de tempo. Podemos considerar que estes perfis podem estar em posições distintas na vertente, podendo ser fruto de inversões do relevo (PAIN; OILIER, 1995), o que proporcionaria alterações desiguais para os óxidos, hidróxidos e oxi-hidróxidos de Fe e Al, e consequentemente, uma variação fisiográfica nos perfis lateríticos e nas fácies de couraça (MAIGNEN, 1966).

5. ESCOLHA DOS TERMOS

Percebemos que os termos ferricrete, petroplintita, plintita, couraça e carapaça servem para designar ora materiais, ora camadas no solo que têm em sua composição óxidos e hidróxidos de ferro e alumínio como minerais predominantes. Sendo assim, ferricrete pode ser considerado para falar de forma geral de zonas em que há acumulação de ferro na forma endurecida ou não, portanto, de maneira mais detalhada, pode-se encontrar nestas o horizonte

mosqueado, a carapaça e a couraça. A couraça poderia ser substituída por duricrosta, desde que viesse sucedida da palavra “ferruginosa” ou equivalente. Plintita e petroplintita seriam os termos correspondentes para estas (carapaça e couraça), porém, destacamos que o termo plintita por se referir a tijolo pode levar a uma falsa impressão de dureza quando se leva em consideração o processo inicial de formação deste como material de construção. Já o termo petroplintita, remete a duas palavras que trazem a mesma percepção de dureza, ou seja, a adição do radical “petr”, ao nosso entender, seria uma ênfase ao grau de endurecimento, no entanto, etimologicamente também não faz menção à presença ou à ausência de ferro.

Diante das considerações colocadas, consideramos que ferricrete deva ser utilizado para caracterizar uma zona que possui incremento de ferro, composto por carapaça na porção mais inferior (material ou camada com manchas e nódulos com bordas difusas ou claras, cuja concentração de hematita é maior que de goethita, endurecida, porém, podendo ser quebrada) e couraça na porção mais superior (material ou horizonte endurecido com concreções nodulares ou pisolíticas, com bordas claras, envoltas por um córtex goethítico, cuja concentração de hematita também é maior que a de goethita, não podendo ser quebrada com mão ou faca) (TARDY, 1993), caracterizando um típico perfil laterítico, embora, carapaça e couraça sejam palavras de significados semelhantes e vagos.

5.1 Outros termos

Comumente, percebe-se na literatura a utilização de palavras para designar acumulações de materiais, tais como laterita, bauxita e *ironstone*. Neste trabalho, debruçamos sobre materiais ricos em ferro. No entanto, como já havia sido mencionado, existem lateritas que possuem outro tipo de caracterização mineralógica (mais alumínio que ferro, por exemplo), ou até mesmo tempos de formação diferentes (a bauxita, sendo um alcrete, sobreposta a um horizonte de ferricrete). Da mesma forma, há alguma confusão entre termos como mosqueado, nódulos e pisólitos no perfil laterítico.

Ironstone, que literalmente significaria “pedra de ferro”, é utilizado amplamente pelas geociências, seguido da geologia, geoquímica e mineralogia, aparecendo como um termo genérico para denominar rochas e outros materiais pré-existentes que tenham sido cimentados por oxi-hidróxidos de ferro, não tendo se formado através da evolução de um perfil laterítico típico com carapaça e couraça, conforme os resultados de buscas feitas no WOS (Web of Science). Neste sentido, Costa (1991), apresenta alguns ironstones representados por siltitos, arenitos, conglomerados, brechas, brechas de falhas, vênulas ferruginizadas, formado em

lajeados, veios, fissuras e estratos sedimentares, com o auxílio da oscilação do nível freático[2]. Também pode ser denominado localmente por pedra jacaré e piçarra, tendo amplo emprego na construção civil da região Amazônica (COSTA, 1991).

A bauxita ora é classificada como uma rocha (CPRM, 2020), ora como um mineral (FAHAD; IQBAL; UBIC, 2009) e corresponde a uma mistura de hidróxidos de alumínio, tendo como constituintes principais a gibbsita - Al (OH)3, a boehmita - AlO (OH)3 e o diáspora - Al O (OH) 2 – podendo ser dominada por qualquer um deles (IBGE, 1999). Forma-se em áreas em processo de aplainamento, bem drenadas, com clima quente e úmido, sobre rochas aluminosas máficas, sieníticas e outras (CPRM, 2020), podendo aparecer em um dos horizontes do perfil laterítico em bolsões, abaixo ou acima do horizonte de ferricrete, denominado por Costa (1991) de horizonte argiloso. Para o autor, quando localizada acima do horizonte de ferricrete indicaria a continuidade da evolução do perfil laterítico, uma vez que o alumínio seria um dos últimos elementos a ser lixiviado durante o intemperismo. Resumidamente, a couraça, assim como todo o perfil laterítico, quando submetida a um clima super úmido, sofreria bauxitização, pois os elementos seriam subordinados a uma intensa hidrólise proporcionando a lixiviação da sílica e do ferro. A remoção da sílica da massa caulinítica resultaria no enriquecimento relativo em alumínio que se expressaria em uma matriz gibsítica. A fase final deste processo seria marcada por um ambiente controlado pela matéria orgânica, podzolização e "pantanização"[3] (KOTSCHOUBEY et al., 2005). A esta camada bauxítica deu-se o nome de Argila de Belterra (COSTA, 1991), muito comum na região Amazônica.

Nódulo é utilizado como um termo geral para formas arredondadas por enriquecimento centrípeto (MCFARLANE, 1976). Os nódulos se formam na porção central dos mosqueados ou manchas, apresentando inicialmente uma borda difusa. A evolução dos nódulos proporcionaria a redução da mancha e o estabelecimento de uma borda mais clara. Manchas e nódulos ocorrem geralmente em carapaças e, nódulos em couraças, que se distinguem do fundo matricial. Os mosqueados estão relacionados à acumulação de ferro ainda não endurecida (TARDY, 1993). Segundo o autor, as fácies nodulares, associadas às carapaças constituem estruturas de agradação, assim também como as couraças nodulares. Já o pisólito seria um corpo de forma esférica ou sub-esférica que cresceu a partir de um centro, como um grão de mineral ou de fragmento fóssil, apresentando diâmetro superior a dois milímetros (IBGE, 1999). O

[2] Zona permanentemente saturada do solo e, nível, superfície ou topo do freático é o limite entre a zona saturada e a zona de aeração, podendo oscilar conforme a pluviometria, a textura e a porosidade dos materiais durante determinado período.

[3] De pântano.

termo pisólito é utilizado para distinguir fácies de couraças de acordo com a sua aparência geral, indicando a forma concêntrica e determinado tamanho, sem se preocupar com os espaços entre elas, remetendo também a sua fase de degradação (TARDY, 1993). A confusão surge quando alguns autores utilizam este termo para nomear laterita (MCFARLANE, 1976). Etimologicamente pisólito deriva do grego *pis* de ervilha e *lithos* de pedra (GLARE, 1968), ou seja, não fazendo referência ao material de origem, à fase de degradação ou formação.

As fácies de carapaça e couraça, tanto nodular quanto pisolítica, são comumente utilizadas pela pedologia francesa para distinguir a acumulação de ferro não endurecida da completamente endurecida, já na nomenclatura anglo-saxônica, surgem como pisolítica compactada (detrítica), pisolítica espaçada (*in situ*) e maciça/vermiforme (correspondendo à fase em degradação, localizada sobre a fase *in situ*), destacando os vazios dos canais (GOUDIE, 1973; MCFARLANE, 1976). Tais nomenclaturas possuem correspondências e o entendimento da morfologia das couraças é de suma importância para a compreensão da evolução da paisagem e sua condição atual. Para tanto, primeiramente é necessário entender o ambiente de formação: o perfil laterítico.

6 CONCLUSÕES

Observamos que pesquisadores têm se dedicado desde o início do século XIX aos estudos relacionados à evolução do perfil laterítico, às fácies ferruginosas e a relação com as paisagens associadas a elas, além de buscarem nomenclaturas que melhor representassem as acumulações de ferro. Neste sentido, como já mencionado, surgiu Lamplugh (1902) com o conceito de ferricrete; Arsandaux em 1909 e Lacroix em 1913 (TARDY, 1993) com a introdução dos termos carapaça e couraça respectivamente; Maignien (1966) e a relação entre paisagem e couraça, Nahon (1976) e Leprun (1979) com a descrição genética das feições ferruginosas no perfil laterítico de forma minuciosa.

A ausência de precisão no termo laterita e seu uso, cunhado por Buchanan em 1807, associado ao interesse e evolução dos conhecimentos nas Áreas da Geologia, Pedologia e Geomorfologia, ora criou interpretações equivocadas, ora acabou dando origem a diversos outros vocábulos que pudessem substituí-lo, além daqueles utilizados regionalmente, criando utilizações por vezes errôneas. Outro aspecto associado é que, já que a palavra laterita possui limitações quanto a sua utilização, outras derivadas dela estariam sujeitas às mesmas dificuldades, como por exemplo, Latossolo, perfil laterítico, laterização ou latossolização.

Observamos a utilização de determinados termos, talvez de forma incúria num perfil laterítico, para nomear horizontes e fácies ferruginosas friáveis e endurecidas associadas a estes.

É o caso do horizonte de ferricrete, por muito tempo difundido como uma zona ou materiais endurecidos por Fe, quando, pelo nosso resgate histórico significa acumulação de ferro, sem fazer distinção se estaria endurecido ou não, podendo nomear tanto horizontes como materiais. Gidigasu (1976) ponderou ser um problema considerar que "ferruginosa" seria um sinônimo de endurecimento, ou, utilizar somente o critério de endurecimento para nomear materiais ferruginosos. Apesar de utilizarmos as palavras carapaça e couraça neste trabalho, acreditamos que estas também além de terem um sentido igual e ao mesmo tempo incompleto (caso não venham seguidas de um substantivo adjetivado, como sugerimos com a palavra duricrosta), não fazem distinção quanto à friabilidade e ao endurecimento do material, além de, como colocado por Gidigasu (1976), não implicam qualquer definição composicional, textural ou morfológica.

Da mesma forma, identificamos que pisolítico, nodular, *in* situ, maciço/vermiforme, espaçado e compactado são adjetivos utilizados para designar a gênese, aparência, tamanho e o formato ou fases de agradação ou degradação das carapaças e couraças. Tomando como exemplo, Tardy e Nahon (1985), Tardy (1992; 1993) utilizaram nódulos e pisólitos para distinguir fases de agradação e degradação da carapaça e couraça e, Bourman (1989), considerou nódulos, formas com tamanhos entre 5 mm e 3cm. Contudo, verificamos que pisólito e nódulo referem-se à forma arredondada, ao tamanho e ao enriquecimento centrípeto.

Sendo assim, aconselhamos a utilização de ferricrete para horizontes com acúmulo de Fe endurecido ou não, podendo se estender para os materiais ferruginosos associados a estes. Contudo, salientamos a necessidade de que tais materiais ferruginosos precisariam de uma combinação de termos que identifiquem além do mineral principal, se é passível de quebrar ou não, a densidade de ocorrência e o processo de agradação (como a utilização de nódulo) ou degradação, pois a identificação destas características revelariam como ocorreu e como está ocorrendo a evolução destes materiais, o que seria importante, por exemplo, para o entendimento da dinâmica pretérita e atual da evolução da paisagem.

Além de adversidades na nomenclatura, a gênese das couraças encontra-se dividida em autoctonia e aloctonia, no entanto, as duas são intradependentes. Cremos que a maior parte das couraças são formadas *in situ*, nas porções mais baixas da paisagem, com maior influência do freático através de sua oscilação para mobilização do ferro em períodos úmidos e a imobilização durante fases mais secas. A aloctonia estaria associada às transferências de material, como colúvio, por exemplo, quando as couraças no topo de planaltos ou tabuleiros, com a inversão de relevo, começassem a se alterar e desmantelar num clima úmido e fornecer alóctones para o sopé, fechando e ao mesmo tempo iniciando um novo ciclo de formação/alteração.

É importante destacar que couraças fragmentadas nem sempre são fruto de retrabalhamento, pois em determinado estágio evolutivo, devido ao rebaixamento do freático pode-se levar a fragmentação natural, como já alertava Tardy (1993). Estes materiais fragmentados são recorrentemente atribuídos a retrabalhamento, sem que se encontrem próximos a áreas elevadas que pudessem fornecer material para ação erosiva e consequente deposição.

De todo modo, compreendemos e concordamos que o termo laterita atingiu grande generalização devido a sua própria etimologia e ao interesse em diversas áreas em seu estudo, porém, cabe ressaltar aqui que justamente a imprecisão e a pouca associabilidade que traz, quando comparados a conceitos mais recentes, foi um, senão dos mais importantes motivos para interpretações desacertadas.

Este trabalho não tem o intuito de encerrar as discussões acerca da laterita, nem tampouco considerar que os embaraços em torno da utilização do termo sejam mais importantes do que outros relacionados a sua origem, muito pelo contrário. Acreditamos que são necessárias mais pesquisas em relação à gênese e as fases dos materiais de origem do perfil laterítico, a morfologia dos materiais ferruginosos na zona de ferricrete, os solos e as paisagens relacionadas para enfim, começarmos a pensar na possibilidade de uma nova nomenclatura, ou estabelecimento definitivo de um único termo ou conceituação que não venha causar entendimentos inadequados e inexatos, com linguagem global e padronizada, que integre as ciências que tratam de tal assunto.

7. REFERÊNCIAS

AB'SABER, Aziz Nacib. Pavimentos detríticos atuais e subatuais das caatingas brasileiras. **Notícia Geomorfológica**, São Paulo, v. 2, n. 4, p. 48-49, 1959.

ALVES, G. B. **Estudo da cobertura pedológica e sua relação com a formação e evolução de depressões no sudoeste de Maracaí (SP)**. 2014. 222 f. Tese (Doutorado em Geografia Física) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo.

AUGUSTIN, C. R.; LOPES, M. R. S.; SILVA, M. S**. Lateritas: um conceito ainda em construção**. Revista Brasileira de Geomorfologia, v. 14, n. 3, p. 241–257, 2014.

BAGNO, M.; CARVALHO, O.L.S. **Pororoca, pipoca, paca e outras palavras do tupi**. Parabola: São Paulo, 2014.

BOCQUIER, G.; MULLER, J. P.; BOULANGE, B. Les laterites. Connaissances et perspectives actuelles sur les mecanismes de leur differenciation. **Livre Jubilaire du Cinquantenaire de I'AFES**., p. 123–138, 1984.

BOUKILI, H. et al. Pétrologie des produits de l' altération des roches ultrabasiques à chromites de Campo Formoso, Etat de Bahia, Brésil. **Sciences Géologiques Mémoire**, n. 72, p. 19–28, 1983.

BOULANGE, B. **Les formations bauxitiques latériti- ques de Côte d'Ivoire. Les faciès, leur transformation, leur distribution et l'évolution du modelé**. 1984. 342 f. Tese (Doutorado em Ciências) – Université Paris, Paris.

BOULET, R. Análise estrutural da cobertura pedológica e cartografia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS DO SOLO, 21, 1987, Campinas. **Análise estrutural da cobertura pedológica e cartografia**. Campinas: UNICAMP, 1987. p. 79-90.

BOULET, R.; CHAUVEL, R.; LUCAS, Y. Les systems de transformation en pedologie. In: **Livre Jubilaire du Cinquantenaire de I'AFES**. p. 167–179.

BOULET, R. **Toposéquences de sols tropicaux en Haute-Volta**: équilibre et deséquilibre pédobioclimatique. Paris: Orstom, 1978.

BOURMAN, R. P. **Investigations of ferricretes and weathered zones in parts of Southern and Southeastern Australia - a reassessment of the "laterite" concept**. 1989. 572 f. Tese (Doutorado em Filosofia) - Waite Agricultural Research Institute, University of Adelaide, Adelaide.

BOURMAN, R. P.; OLLIER, C. D. A critique of the Schellmann definition and classification of "laterite". **Catena**, v. 47, n. 2, p. 117–131, 2002.

BOURMAN, R. P. Perennial problems in the study of laterite: A review. **Australian Journal of Earth Sciences**, v. 40, n. 4, p. 387–401, 1993.

Laterite Soil Engineering. Pedogenesis and Engineering Principles

BRAUCHER, R.; LIMA, C.V.; BOURLÈS, D.L.; GASPAR, J.C.; ASSAD, M.L.L. Stoneline formation processes documented by in situ-produced ^{10}Be distribution, Jardim River basin, DF, Brazil. **Earth and Planetary Science Letters**, n. 222, p. 645-651, 2004.

BUSTILLO, V. **Biogéochime et hydroclimatologie aplliquées à l'aménagement des bassins fluviaux modèles de mélange: diagnostic et prévision**. 2005. 243 f. Tese (Doutorado em Ciências Agronômicas) - L'institut National Polytechnique de Toulouse, Toulouse.

CAMPBELL, J. M. Laterite: its origin, structure and minerals. **Min. Mag. (Lond),** n. 17, p. 67 - 77, p. 120 - 128, p. 171 - 179, p. 220 – 229, 1917.

CHAMBERS, W. **Chambers's etymological dictionary of the english language**. Califórnia: W & R Chambers, 1874. p. 614.

COELHO, R. M. **Caracterização e gênese de ferricretes desenvolvidos do arenito Bauru, Formação Adamantina (Ka), no município de Pindorama (SP)**.1998. 255 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba.

COSTA, M. L. Aspectos geológicos dos lateritos da Amazônia. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 21, n. 2, p. 146–160, 1991.

CPRM (COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS). **Glossário Geológico Ilustrado**. Disponível em < http://sigep.cprm.gov.br/glossario/verbete/bauxita.htm>. Acesso em: 1 mar. 2020.

D'HOORE, J. **L'accumulation des sesquioxydes libres dans les sols tropicaux**. Ets Vromant, 1954.

EMBRAPA (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3.ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA/Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 2013. 353p.

FAHAD, M.; IQBAL, Y.; UBIC, R. Bauxite Deposits in Pakistan: An Introduction. **J. Pak. Mater. Soc**., v. 3, n. 1, p. 41–44, 2009.

FAIRBRIDGE, R. W.; FINKL, C. W. Tropical stone lines and podzolized sand plains as paleoclimatic indicators for weathered cratons. **Quaternary Science Reviews**, v. 3, n. 1, p. 41–72, 1984.

FONTES, M. P. F. Intemperismo de rochas e minerais. In: KER, J. C.; CURI, N.; SCHAEFER, C. E. G. R.; TORRADO, P. V. **Pedologia Fundamentos**. 1. ed. Viçosa: SBCS, 2012. p. 343.

GIDIGASU, M. D. **Laterite Soil Engineering**. Pedogenesis and Engineering Principles. Amsterdam: Elsevier, 1976. v. 9.

GLARE, P. G. W. **Oxford latin dicctionary**. London: Oxford University Press, 1968.

GOUDIE, A. **Duricrusts in tropical and subtropical landscapes**. 1973.

GUERRA, A. T. **Dicionário geológico – geomorfológico**. Rio de Janeiro: IBGE, 1989.

HAMMING, E. Sobre Laterita e Latossolos. In: CERMAKIAN, J.; DAVIDOVICH, F.

LIMA, G.; PAFFEN, K.; SANTOS, L. **Boletim Geográfico.** Rio de Janeiro: IBGE, 1970, n. 216, p. 25 – 29, 1970.

HIRUMA, S. T. Revisão dos conhecimentos sobre o significado das linhas de seixos. **Revista do Instituto Geológico**, v. 1–2, n. 27–28, p. 53–64, 2007.

IBGE (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA). **Glossário Geológico**. Rio de Janeiro: IBGE, 1999.

IMPERIAL BUREAU OF SOIL SCIENCE. Laterite and Laterite Soils. **Technical Communication**, n. 24, p. 1 - 30, 1932.

KAMPF, N.; CURI, N. Formação e evolução do solo (pedogênese). In: KER, J.C.; CURI, N.; SCHAEFER, C.E.G.R.; TORRADO, V. P. **Pedologia: Fundamentos**. Viçosa, SBCS, 2012. p. 207-302.

KOTSCHOUBEY, B. et al. Caracterização e gênese dos depósitos de bauxita da Província Bauxífera de Paragominas, noroeste da Bacia do Grajaú, nordeste do Pará/oeste do Maranhão. In: **Caracterização de depósitos minerais em distritos mineiros da Amazônia**. Brasília: DNPM/ADIMB, 2005. p. 687–782.

LAMPLUGH, G. W. Calcrete. **Geological Magazine**, v. 9, p. 575, 1902.

LENEUF, N. **L'altération des granites calco-alcalins et des granodiorites en Côte d'Ivoire forestière et les sols qui en sont derivés**. Paris: Orstom, 1959.

LEPRUN, J. C. **Les cuirasses ferrugineuses des pays cristallins de l'Afrique occidentale sèche. Genèse. Transformations. Dégradation**. Strasbourg: Institut de Géologie-Université Louis-Pasteur, 1979. v. 58.

LEPRUN, J. C.; NAHON, D. Cuirassements ferrugineux autochtones sur deux types de roches. **Bull. Soc. géol. Fr**., v. 7, n. 3–4, p. 356–361, 1973.

LIMA, J. L. **Levantamento pedológico e morfopedologia na área de proteção ambiental Litoral Norte do Estado da Bahia- entre os rios Pojuca e Imbassaí**. 2018. 201 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia, Salvador.

LOUGHNAN, F. C.; GRIM, R. E.; VERNET, J. Weathering of some triassic shales in the Sydney area. **Journal of the Geological Society of Australia**, v. 8, n. 2, p. 245–257, 1962.

MAIGNIEN, R. **Compte-rendu de recherches sur les latérites**. Paris: Unesco, 1966. p. 155.

MAIGNIEN, R. Différents processus de cuirassement en AOF. C. R. **2eme Conference Interafricaine des Sols**, Leopoldville, Belgian Congo (1954), p. 1469–1486.

MCFARLANE, M. J. **Laterite and Landscape**. London: Academic Press, 1976. p. 151.

MEDLICOTT, H. B.; BLANFORD, W. T. **A manual of the geology of India**. Calcutta: Government of India, 1879.

MIKLOS, M. A. A. W. **Biodynamique d'une couverture pedologique dans la region de Botucatu (Bresil - SP)**. 1992. 459 f. Tese (Doutorado em Pedologia) – Université Paris, Paris.

MILLOT, G.; BONIFAS, M. Transformations isovolumétriques dans les phénomènes de latéritisation et de bauxitisation. **Bulletin du Service de la carte géologique d'Alsace et de Lorraine**, v. 8, n. 1, p. 3–20, 1955.

MILLOT, G. **Géologie des argiles**. Masson, 1964.

MILLOT, G. Planation of continents by intertropical weathering and pedogenetic processes. In: INTERNATIONAL SEMINAR ON LATERITISATION PROCESSES, 1983, São Paulo. **Planation of continents by intertropical weathering and pedogenetic processes.** São Paulo: IUGS, UNESCO, IGCP, IAGC, 1983. p. 53-63.

MILLOT, G. Rôle des épigénies dans l'enrichissement des gîtes minéraux metéoriques: quatre exemples. **Sciences Géologiques Mémoire**, n. 53, p. 5–6, 1979.

MULCAHY, M. J. Laterites and lateritic soils in South-Western Australia. **Journal of Soil Science**. v. 11, n. 2, p. 206-226, 1960.

NAHON, D. B. **Cuirasses ferrugineuses et encroûtements calcaires au Sénégal occidental et en Mauritanie, systèmes évolutifs**: géochimie, structures, relais et coexistence. 1976.

NAHON, D. B. **Introduction to the petrology of soils and chemical weathering**. John Wiley and Sons, Inc., 1991.

NAHON, D, TARDY, Y. The ferruginous laterites. **Regolith exploration geochemistry in tropical and subtropical terrains.**, p. 41-55, 1992.

NEWBOLD, T. J. Notes, chiefly geological, across the Peninsula from Masulipatam to Goa, comprising remarks on the origin of the regur and laterite: occurrence of maganese veins in the latter and on certain traces of aqueous denudation on the surface of southern India. **Journal of the Asiactic Society of Bengal**, v. 14, n. 156, p. 984–1004, 1844.

NEWBOLD, T. J. Summary of geology of Southern India, Part VI, Laterite. **Journal of the Asiatic Society**, n. 171, p. 224–296, 1846.

NYE, P. H. Some soil forming processes in the humid tropics: a field study of a catena in the West African forest. **Journal of Soil Science**, v. 5, n. 1, p. 7–21, 1954.

OLLIER, C. D.; GALLOWAY, R. W. The laterite profile, ferricrete and unconformity. **Catena**, v. 17, n. 2, p. 97–109, 1990.

PAIN, C. F.; OILIER, C. D. Inversion of relief - a component of landscape evolution. **Geomorphology**, v. 12, n. 2, p. 151–165, 1995.

PENDLENTON, R. L.; SHARASUVANA, S. Analyses of some Siamese laterites. **Soil Science**, v. 62, n. 6, p. 423–440, 1946.

PLAISANCE, G.; CAILLEUX, A. **Dictionnaire des Sols**. Paris: La Maison Rustique, 1958.

PRESCOTT, J. A. The early history of the use of the term laterite. **Journal of Soil Science**, v. 5, n. 1, p. 1–6, 1954.

PRESCOTT, J. A.; PENDLETON, R. L. Laterite and lateritic soils. **Commonwealth Bureau of Soil Science Technical Communication**, Leicester, n. 47, p. 1 – 51, 1952.

QUEIROZ NETO, J. P.; NAKASHIMA, P. Observações sobre os solos da região de Parelheiros: Contribuição ao estudo da pedogênese regional. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS DO SOLO, 13, 1973, Vitória. **Observações sobre os solos da região de Parelheiros: Contribuição ao estudo da pedogênese regional**. Vitória: EPES, 1973. p. 17-43.

REZENDE, F. et al. Estudo micromorfológico de um terraço do Rio Piracicaba/SP. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA, 7, 2008, Belo Horizonte. **Estudo micromorfológico de um terraço do Rio Piracicaba/SP**. Belo Horizonte: UFMG, 2008. Disponível em < http://lsie.unb.br/ugb/sinageo/7/0372.pdf>. Acesso em: 5 mar. 2020.

RIFFEL, S. B. et al. Goethite (U–Th)/He geochronology and precipitation mechanisms during weathering of basalts. **Chemical Geology**, v. 446, p. 18–32, 2016.

ROSOLEN, V. et al. Evolution of iron crust and clayey Ferralsol in deeply weathered sandstones of Marília Formation (Western Minas Gerais State, Brazil). **Journal of South American Earth Sciences**, v. 79, p. 421–430, 2017.

SAMPAIO, T. **O tupi e a geografia nacional**. 4ª ed. Salvador: Câmara Municipal, 1955.

SEGALEN, P. **Soils and tropical weathering**. Paris: Unesco, 1971.

SCHAEFER, C. E. R. Brazilian latosols and their B horizon microstructure as long-term biotic constructs. **Aust. J. Soil. Res.**, v. 39, p. 909–926, 2001.

SCHAEFER, C.E.G.R.; SÁ e MELO MARQUES, A.F. & CAMPOS, J.C.F. **Origens da pedologia do Brasil**: Resenha histórica. Geonomos, 5:1-15, 1997.

SCHELLMANN, W. A new definition of laterite. **Natural Resources and Development,** n. 18, p.7 - 21, 1983.

SHUSTER, D. L. et al. Cosmogenic 3He in hematite and goethite from Brazilian “canga” duricrust demonstrates the extreme stability of these surfaces. **Earth and Planetary Science Letters**, v. 329–330, p. 41–50, 2012.

SMITH, G. D., LUQUE, O. The lithoplinthic horizon, a diagnostic horizon for soil taxonomy. **Soil Science Society of America Journal**, v. 41, n. 6, p. 1212-1214, 1977.

SOUZA, L. T. **Estudo da gênese e características de solos hidromórficos com horizontes endurecidos em topos na Serra do Timbó, Bahia**. 2015. 85 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia, Salvador.

SUMMERFIELD, M. A. **Global Geomorphology: an introduction to the study of landforms**. London: Longman, 1991.

TARDY, Y. Diversity and terminology of lateritic profiles. **Developments in Earth Surface Processes**, v. 2, p. 379–405, 1992.

TARDY, Y. **Géochimie des altérations: étude des arènes et des eaux de quelques massifs cristallins d'Europe et d'Afrique**. 1969.

TARDY, Y.; NAHON, D. Geochemistry of laterites, stability of Al-goethite, Al- hematite, and Fe 3+-kaolinite in bauxites and ferricretes: an approach to the mechanism of concretion formation. **Am. J. Sci**, v. 285, n. 10, p. 865-903, 1985.

TARDY, Y. **Pétrologie des latérites et des sols tropicaux**. 1993.

TARDY, Y.; ROQUIN, C. Derive des continents paleoclimats et altérations tropicales. **Bulletin de l'Association de géographes français**, v. 77, n. 4, p. 373-383, 2000.

THOMAS, M. F. **Tropical geomorphology**: a study of weathering and landform development in warm climates. 1974.

THORP, J.; BALDWIN, M. Laterite in relation to soils of the tropics. **Annals of the Association of American Geographers**, v. 30, n. 3, p. 163–194, 1940.

THE ENCYCLOPEDIA AMERICANA. New York: Americana Corporation, 1965.v. 19, p. 834.

TRESCASES, J. J. L’évolution géochimique supergéne des roches ultrabasiques en zone tropicale. Formation des gisements nickeliféres de Nouvelle-Calédonie. **Mémoires Orstom**, n. 78, p. 259, 1975.

VANN, J. H. Developmental processes in laterite terrain in Amapa. **Geographical Review**, v. 53, n. 3, p. 406, 1963.

WEBSTER, N. **Noah Webster’s first edition of an American dictionary of the English language**. San Francisco: Foundation for American Christian Education, 1928. p. 828.

WALTHER, J. Das geologische Alter und die Bildung des Laterits. **Petermanns geogr. Mitt**, n. 62, p 1 – 7, p. 46 – 53, 1916.

WALTHER, J. Laterite in West Australia n. Zeits. **Deuts. Geol. Gesellsh**, n. 4, p. 113-140, 1915.

WIDDOWNSON, M. Ferricrete. In: GOUDIE, A. **Encyclopedia of Geomorphology**. London: Routledge, 2003. v. 1, p. 365 – 367.

WOOLNOUGH, W. G. The duricrust of Australia. The “laterite” of western Australia. **Journal and Proceedings of the Royal Society of New South Wales,** v. 61, p. 24-53, 1927.