



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA

DANIELA APARECIDA LANZA

**MAPEAMENTO, CARACTERIZAÇÃO E CORRELAÇÃO DE
SUPERFÍCIES DE APLAINAMENTO NO NORTE DE MINAS
GERAIS E LESTE DE GOIÁS**

Monografia apresentada ao Instituto de Geociências como parte dos requisitos para obtenção do título de Bacharel em Geografia.

Orientador: Prof. Dr. Francisco Sérgio Bernardes Ladeira

CAMPINAS – SÃO PAULO

Julho – 2012

Dedico aos meus pais Alcides e Kátia e aos meus irmãos Cristiano e Agda, pelo incentivo e pelo carinho.

RESUMO

O trabalho apresenta uma caracterização das superfícies de aplainamento no extremo norte de Minas Gerais e leste de Goiás, além de contribuir para a compreensão da relação destas superfícies geomórficas mais elevadas com os perfis de alteração, com o intuito de definir marcos estratigráficos de escala regional. Foram identificadas e mapeadas as paleosuperfícies geomórficas mais elevadas, relacionando estas com os perfis de alteração e, eventualmente, depósitos associados, procurando sistematizar os conhecimentos já produzidos e realizando outros mais específicos na área pesquisada. Para tanto, descrições detalhadas e coleta de amostras para análise química dos perfis representativos das diferentes áreas foram feitas. Isso permitiu a identificação de antigos processos de alteração e a verificação de descontinuidades litológicas possibilitando a confirmação ou exclusão da hipótese de que se pode efetivamente, através de estudos das paleosuperfícies, indicar momentos muito específicos do quadro evolutivo geomorfológico, climático, pedológico e biótico, especialmente do Cretáceo Superior e Terciário Inferior a Médio da região objeto da análise. Apesar da importância do tema, ainda é raro no Brasil, a sistematização dos conhecimentos gerados sobre superfícies geomórficas mais elevadas e seus materiais associados na área de estudo, sendo esta a maior justificativa do desenvolvimento do trabalho.

ABSTRACT

The paper presents a characterization of the planing surfaces in the north Minas Gerais and east Goiás, besides contributing to the understanding of the relationship of these geomorphic surfaces with the highest profiles of change in order to define the regional stratigraphic markers. Were identified and mapped the highest geomorphic paleosurfaces relating these to the profiles of change and eventually deposits associated, seeking to systematize the knowledge already produced and performing other more specific in the area searched. To this end, detailed descriptions and samples for chemical analysis of representative profiles of the different areas were made. This allowed the identification of ancient processes of change and verification of lithological discontinuities enabling confirmation or exclusion of the hypothesis that it can effectively through the paleosurfaces studies indicate very specific moments of the evolutionary framework geomorphological, climatic, pedological and biotic, especially Upper Cretaceous and Lower Tertiary of the Middle region object of analysis. Despite the importance of the topic, it is still rare in Brazil, the systematization of the knowledge generated on geomorphic surfaces and their higher associated materials in the study area, which is the major justification of the development work.

SUMÁRIO

1 – INTRODUÇÃO	2
2 – CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	4
3 – BASES TEÓRICAS	5
3.1 – Teorias Geomorfológicas	5
3.2 – Distinção das Superfícies de aplainamento: Contexto brasileiro	10
3.3 – Depósitos de Laterita: conceituação e caracterização	13
3.3.1 – Características físicas	15
3.3.2 – Características químicas e mineralógicas	15
3.3.3 – Distribuição geográfica das Lateritas	16
4 – MATERIAIS E MÉTODOS	19
5 - RESULTADOS.....	24
5.1 – Pontos observados em campo.....	24
5.2 – Morfologia e caracterização química das lateritas ferruginosas.....	25
5.2.1 – Macromorfologia.....	25
5.2.2 – Espectrometria de fluorescência de Raios-X.....	28
5.3 – Interpretação das imagens orbitais: Superfície de erosão versus SRA.....	31
6 - CONCLUSÃO	33
7 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	34
8 - ANEXOS.....	38

1 - INTRODUÇÃO

O tema superfície de aplainamento vem sendo amplamente discutido no meio acadêmico, tanto no que concerne aos processos atuantes, bem como a gênese e formas resultantes, alguns trabalhos merecem destaque, como De Martone, 1943; Moraes Rego, 1946; Freitas, 1951; Ab'Sáber, 1955; King, 1956; Almeida, 1964 e Ponçano (1993). Apesar da importância do tema, ainda é raro no Brasil, a sistematização dos conhecimentos gerados sobre superfícies geomórficas mais elevadas e seus materiais associados na área objeto de estudo.

Este trabalho propõe-se, a partir da teoria de Davis (de topos concordantes ou topos de mesma altitude), a levantar as ocorrências de perfis lateríticos e suas relações com as superfícies pretéritas mais elevadas.

Embora haja controvérsias quanto o uso de cotas altimétricas como referenciais para correlacionar superfícies de erosão e reconstituição de paleosuperfícies (LEONARDI, 2007), após revisão bibliográfica optou-se por seguir, na primeira etapa da pesquisa - que trata do levantamento bibliográfico e análise da área objeto de estudo - as mesmas cotas altimétricas observados por King (1956) no Planalto Central, o que possibilitou o mapeamento das superfícies e sua caracterização. O resultado foi um mapa temático, utilizado em trabalho de campo. Já na segunda etapa da pesquisa, que diz respeito à análise química e correlação das superfícies observadas em campo, tomou-se como referência a obra Mapeamento Geomorfológico do Estado de Goiás, coordenada por Latrubesse (GOIÁS, 2005) e o trabalho de Nascimento (1992), que atualizam as cotas altimétricas propostas até então e criam o conceito de Superfície Regional de Aplainamento (SRA). Estes trabalhos serviram como base para a revisão das cotas altimétricas do mapa temático e nortearam o reconhecimento dos materiais encontrados.

As discussões apresentadas no presente trabalho buscam comparar as duas metodologias, primeiramente a de King (1956) e em seguida a de Latrubesse (GOIÁS, 2005).

A hipótese deste trabalho é que, na escala considerada, as cotas altimétricas ainda são bons referenciais para correlacionar superfícies de erosão, permitindo interligá-las para reconstituição de paleosuperfícies.

Os estudos sobre as superfícies de erosão/aplainamento ou paleosuperfícies tornaram-se de grande interesse para análise da evolução geomorfológica de diversas áreas, como pode ser visto nos trabalhos de Widdowson (1995) com paleosuperfícies Terciárias e Pré-Terciárias,

Battiau-Queney (1996), na tentativa de classificação de formações paleointerpéricas baseadas em critérios geomorfológicos, Battiau-Queney (1997) no trabalho sobre preservação de paleosuperfícies em áreas glaciais, nos Alpes Ocidentais da França, Gunnell (1997) no trabalho sobre topografia, paleosuperfície e denudação sobre o Planalto de Karnataka, no sul da Índia, Twidale & Bourne (1998), com o uso de *duricrusts* e suas relações topográficas na correlação geomorfológica, conclusões baseadas numa experiência Australiana, Rossetti (2004) com o estudo das paleosuperfícies do nordeste da Amazônia como uma chave para a reconstrução da paleosuperfície e compreensão dos produtos do intemperismo, entre outros.

Recentemente, com a possibilidade de datações absolutas em materiais de alteração associados às superfícies, o interesse por estudo de paleosuperfícies cresceu mais ainda. Pode-se destacar muitos trabalhos tendo como o método geocronológico $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$, dentre eles o de Jian-Wei Li e Paulo Vasconcelos (2002) sobre o intemperismo continental Cenozóico, em Queensland Central, na Austrália; o trabalho de Isabela de Oliveira Carmo e Paulo Vasconcelos (2006) na região de Ritópolis em Minas Gerais; Yue-Xing Feng e Paulo Vasconcelos (2007) com trabalho de cronologia dos processos intempéricos Pleistoceno do sudeste de Queensland, na Austrália; e Jan-Wei Li *et al* (2007) sobre o intemperismo Neogênico e o enriquecimento de manganês Supergênico no sul da China subtropical.

A partir do trabalho de campo, em Goiás e Minas Gerais, foram encontrados perfis de alteração correlatos, a análise macroscópica e química dos materiais permitiu defini-los enquanto materiais espessos, com maior teor de ferro, indicando que provavelmente se formaram no topo, onde a drenagem permitiu uma maior lixiviação e concentração de ferro.

Trata-se de um trabalho que, em associação a outros projetos - sob orientação do mesmo docente - pretende de maneira sistematizada produzir um conhecimento detalhado sobre as superfícies de aplainamento em porções do Centro-Sul do Brasil, tendo em vista que não há no Brasil, como há na África e Austrália (Widdowson, 1997; Burke, Gunnell, 2008), um trabalho sistematizado acerca da gênese, evolução e mapeamento da geomorfologia existente que possibilite análises mais completas em termos paleogeográficos.

O objetivo geral foi a identificação e mapeamento das paleosuperfícies mais elevadas no norte de Minas Gerais e leste de Goiás, relacionando estas superfícies com os perfis de alteração e depósitos associados, procurando sistematizar os conhecimentos já produzidos e realizando outros mais específicos.

Especificamente os objetivos foram: mapeamento de maneira sistemática das superfícies de topo; Associação das superfícies de topo com a ocorrência de perfis lateríticos na

área de pesquisa; Caracterização dos perfis e das paleosuperfícies, descrevendo-os de maneira sistemática, classificando-os e gerando um banco de dados georreferenciado e fotográfico; Caracterização química dos perfis de alteração.

2 – CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo, compreendendo os estados de Goiás e Minas Gerais, está contida na folha Brasília (SD-23) na escala 1:1.000.000 do Projeto RadamBrasil. Está entre o extremo leste do estado de Goiás e no noroeste do estado de Minas Gerais (Figura 2.1).

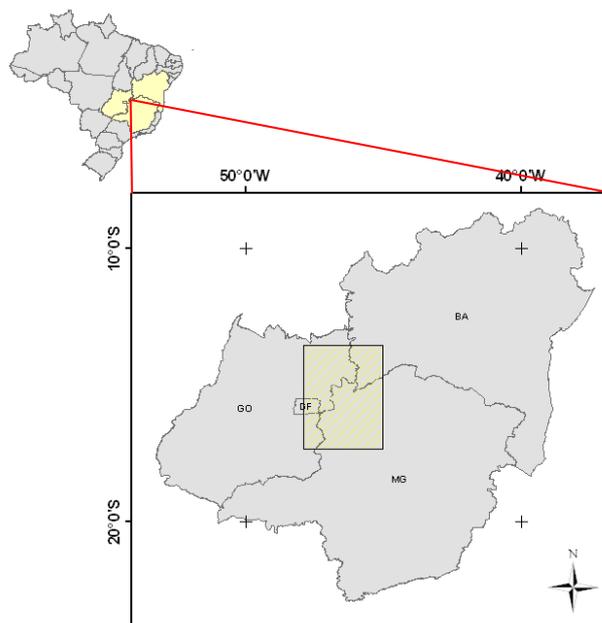


Figura 2.1 – Localização da área de estudo

Como fundamental condicionante para a modelagem do relevo, deve-se considerar a ação morfogenética dos rios. Evidências disso são as superfícies de aplainamento, caracterizadas como divisores de água. Conforme aponta Nascimento (1992), a epirogenia favoreceu a evolução das vertentes, em função do entalhamento dos talwegues, como consequência, originaram-se grandes divisores hidrográficos regionais.

Em função da dimensão da área de estudo, optou-se por fazer uma análise esquemática da evolução paleogeográfica, a partir dos dados disponíveis pelo Projeto RadamBrasil (1982): Num primeiro momento há a ocorrência de dobramentos e rejuvenescimento do maciço no ciclo Brasileiro, resultando num complexo estrutural profundamente metamorfizado, dobrado, falhado e penetrado por intrusivas pré-cambrianas. Numa segunda etapa, evidências de

tectônica epirogênica a partir do Paleozóico, são responsáveis por grandes deformações ou ondulações com amplo raio de curvatura. Num terceiro momento, com a ocorrência de extensos derrames basálticos e intrusivas no Jurássico-Cretáceo, há um momento de subsidência, com evidências epirogenéticas positivas pós-cretáciceas, que estão associadas aos soerguimentos dos paleoplanos.

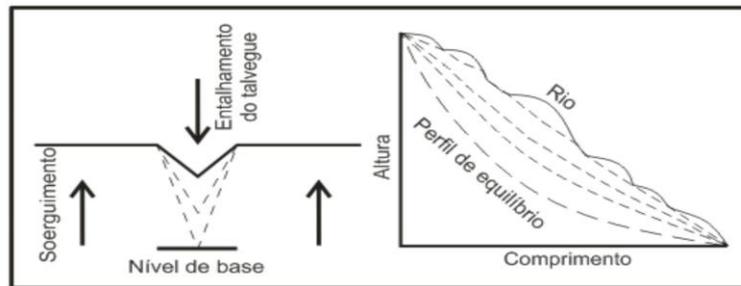
No que concerne a cobertura vegetal, ambos os estados encontram-se num processo de destituição da vegetação original em detrimento da monocultura e pecuária que ocupam o lugar da Savana (cerrado) (SILVA, 2011). Segundo Nimer (1972, *apud* NASCIMENTO, 1992) o clima é classificado como quente e subúmido com quatro a cinco meses secos (maio a setembro).

3 – BASES TEÓRICAS

3.1 – Teorias Geomorfológicas

O conceito “superfície de erosão” ou “superfície de aplainamento” teve origem com os primeiros teóricos da geomorfologia, com o intuito de entender e interpretar as formas e os processos. No início, as formas eram explicadas apenas pelos processos, não existindo uma sucessão de fases de evolução do relevo. Davis foi quem constituiu a primeira dinâmica da evolução geral do relevo, com o “Ciclo de Erosão” ou “Ciclo Geográfico” (CHRISTOFOLETTI, 1974).

Davis tomou como base o ciclo geográfico em áreas temperadas úmidas, que se inicia com um rápido soerguimento (Fase da Juventude), tendo como resposta o forte entalhamento dos talwegues, com poucos tributários e amplos interflúvios, originando verdadeiros “canyons” (Figura 3.1) (CASSETI,1994). Terminada a fase tectônica, começa a degradação do relevo (Fase de Maturidade), através da incisão dos rios e do desenvolvimento completo das redes de drenagem acompanhado pela erosão remontante e pela contínua suavização das vertentes (Fase da Senilidade), os interflúvios são extensivamente rebaixados e os vales tornam-se mais largos (CHRISTOFOLETTI, 1974). Ao final do ciclo tem-se uma superfície plana, ligeiramente ondulada, chamada de peneplano, ponto de partida para novo ciclo, chamado de rejuvenescimento (VARAJÃO, 1998).



a) Corte transversal mostrando o entalhamento do talvegue pelo forte gradiente, responsável pela elaboração de gargantas ou *canyons*.
 b) Corte longitudinal mostrando a evolução do sistema fluvial até o estabelecimento do suposto perfil de equilíbrio (fim da juventude).

Figura 3.1- Evolução Regressiva de um sistema fluvial. FONTE: CASSETI (2007)

Para Penteadó (1980) a dedução de Davis não faz sentido. Davis distingue períodos de movimento, com a construção do relevo, e períodos de estabilidade, com a redução do relevo pela erosão. Para Penteadó o movimento é constante com períodos de relativa estabilidade, à medida que a erosão reduz o relevo, ocorre o soerguimento e o trabalho continua.

Para Davis o único fator importante na Juventude seria a tectônica, não dando importância à vegetação, para ele o relevo modelava-se da mesma forma tanto nos desertos como nas florestas. O que seria lógico, tendo em vista que para ele o tempo de desenvolvimento do ciclo está entre 20 a 200 milhões de anos e, sendo assim, diferentes tipos climáticos irão agir na elaboração da superfície geomórfica. Nesta evolução, segundo Christofolletti (1974), o único processo mais longo e que permanecerá ativo é o escoamento.

Muitas críticas foram feitas a Davis, sendo incorporadas parcialmente e não refletiam a reformulação de suas premissas, mas a variação dos processos que intervêm (ABREU, 2003).

W. Penck foi um dos maiores opositores à teoria davisiana, criou a Teoria da Pediplanação (1924), onde a esculturação da superfície da terra seria determinada pela relação entre a intensidade das forças endogenéticas e a denudação, promovida pelas forças exogenéticas.

Opondo-se a Davis, Penck acreditava que não havia ocorrência do soerguimento rápido por tectônica, mas ocorria a lenta ascensão de uma massa terrestre, que relacionada à intensidade de denudação não mostrava nenhuma elevação da superfície. Com a lenta ascensão inicial, a degradação se efetuava de forma paralela, resultando na formação de uma superfície primária (CHRISTOFOLLETTI, 1974).

Posteriormente, ao estudar o Maciço da Floresta Negra na Alemanha, Penck percebe que existem vários níveis topográficos ao redor do maciço, os quais seriam superfícies de erosão, para definir esses patamares partiu da Teoria de Davis.

Para Penck não há condições de estabilidade para o desenvolvimento completo do ciclo (CHRISTOFOLETTI, 1974), como afirma Davis. Sendo assim, para Davis o relevo evoluía de cima para baixo até atingir a peneplanização. Já Penck, acreditava no recuo paralelo das vertentes como forma de evolução (Figura 3.2) (CASSETI, 1994).

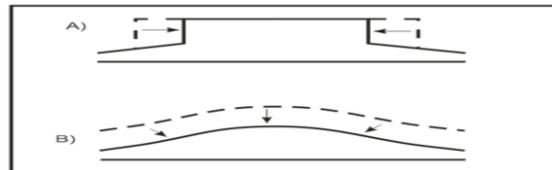


Figura 3.2 - Contraste entre back-wearing (A), proposta por Penck e down-wearing (B), proposta por Davis. FONTE: CASSETI (2007)

Sendo assim, a pediplanação de Penck apresenta os mesmos princípios que os modelos cíclicos davisianos, todavia há distinções no que concerne a maneira pela qual as vertentes evoluem. Para Davis ocorreria um rebaixamento contínuo e generalizado das vertentes, aliado à gradativa diminuição das declividades. Já no modelo de Penck – pediplanação - ocorre regressão e evolução paralela das vertentes devido a mecanismos de denudação junto à força da gravidade (CHRISTOFOLETTI, 1974; VARAJÃO, 1998; CASSETI, 2007). Neste caso, em que o modelo é aplicado as regiões úmidas, por Penck e King, a diminuição do ângulo de inclinação da vertente ocorre somente na fase final da formação de um relevo arrasado, equivalente ao peneplano de Davis (Figura 3.3) (VARAJÃO, 1998). King considera ainda, um modelo típico da evolução da forma terrestre na escala continental (CHRISTOFOLETTI, 1974).

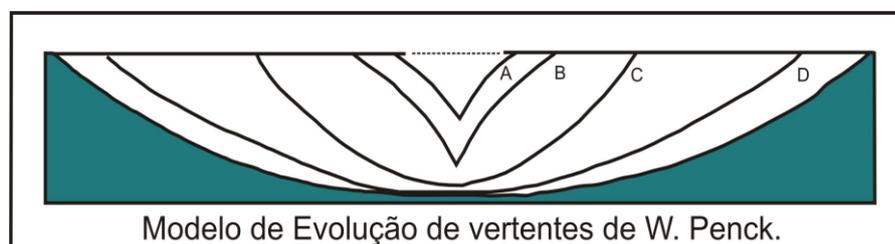


Figura 3.3 - Recuo paralelo da Vertente proposto por Penck (1924). A e B ocorre a incisão do talvegue em relação à denudação. Já em C e D ocorre o oposito. FONTE: adaptado de CASSETI (1990)

Strahler (1965), assim como Penck, também crítica o caráter teórico do modelo davisiano. Segundo Strahler, as publicações de Davis não apresentavam nenhum cálculo ou

medida do ângulo de declividade. Strahler afirma ainda que o método de análise da paisagem de Davis é inaplicável no ramo da ciência natural, pois é superficial e inadequado, mas seria muito bom como base da compreensão da geografia humana.

Em 1877, Gilbert, sob uma perspectiva climática, explica o relevo como resultante da erosão. Para tanto efetuou uma análise detalhada das modificações sofridas pelos vales à medida que os rios erodem, considerando os elementos fluviais e os das vertentes como integrados em um sistema inter-relacionado, reconhecendo também a importância da aplainação lateral na evolução dos vales (CHRISTOFOLETTI, 1974). Todavia foi a Teoria de Davis que prevaleceu.

Conforme aponta Christofolletti (1974), a diversidade da posição de Penck e Davis influenciou de maneira efetiva a corrente de pensamento alemã, tendo Penck como a principal referência e, a corrente de pensamento anglo-americana, tendo como Davis a principal referência. Mesmo assim, Penck, trabalhando isoladamente, compartilhava de algumas noções básicas do pensamento davisiano, como o aplainamento de relevo.

Posteriormente, a Escola Anglo-Americana passa a se fundamentar na Teoria Geral de Sistemas e no processo de quantificação, com destaque para King em 1955 e de Hack em 1960 (CHRISTOFOLETTI, 1974). Para King, o ponto de maior importância foi o conceito de períodos rápidos e intermitentes de soerguimento crustal, separados por longos períodos de estabilidade tectônica. Dessa forma, essa teoria, considera tanto o conceito de estabilidade tectônica de Davis, como também o conceito de compensação isostática de Penck (Figura 3.4).

Portanto, King contribui à medida que estabeleceu os limites do processo em função do clima (CASSETI, 1990). E concluiu em 1953, que os aplainamentos são formados por processos de degradação, sob condições de clima semi-árido, a partir da coalescência de pedimentos (pediplano). Mas que em condições de clima úmido, predominam o intemperismo e o rastejamento, sendo que a vegetação impede a evolução da vertente, tornando de pouca importância os fenômenos erosivos, contestando o conceito de “normalidade” ou “ciclo normal de erosão”, definido por Davis em 1899. Para King, a “normalidade” se dá sob condições de clima semi-árido, ou seja, períodos nos quais os processos erosivos têm grande importância, conformando a Teoria de Pediplanação (VARAJÃO, 1998).

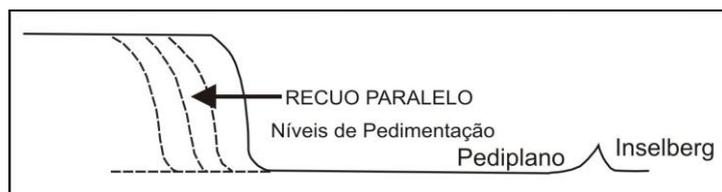


Figura 3.4 - O recuo paralelo das vertentes e a gênese dos pediplanos para King (1955).
Adaptado de CASSETI (1990)

Christofolletti (1974) numa análise do modelo davisiano e do modelo da pedimentação destaca que ambos seguem à mesma linha teórica, em que ocorre uma sequência de fases evolutivas que levam ao aplainamento geral, sendo que o peneplano representa a superfície aplainada sob condições de clima úmido, através da suavização geral das vertentes, e o pediplano surge como a superfície aplainada sob condições de clima seco, através da regressão paralela das vertentes.

Hack, com seu trabalho sobre equilíbrio dinâmico, em 1960, fundamenta-se na teoria geral dos sistemas, pertencente à linhagem Anglo-Americana. Tal conceito considera o relevo como um sistema aberto que mantém constante troca de energia e matéria com os demais sistemas terrestres (CASSETI, 1994).

Com base no equilíbrio dinâmico, Gilbert em 1877, pioneiramente explica a evolução do relevo (CASSETI, 2007). O equilíbrio, empregado por Davis para caracterizar uma condição de estabilidade erosiva (CASSETI, 1994), é considerado por Hack numa perspectiva sistêmica, como resultado do comportamento balanceado entre os processos morfogenéticos e a resistência das rochas (CHRISTOFOLLETTI, 1973) e que, as formas de relevo e os depósitos superficiais têm uma profunda relação com a estrutura geológica e mecanismos intempéricos. Partindo dessa lógica, Hack organizou um encadeamento lógico na concepção sistêmica do modelado, pois além de associar o conceito de Davis de equilíbrio, utiliza-se de relações dinâmicas apresentadas por Gilbert e posteriormente por Penck.

Para Ponçano e Almeida (1993) não há uma referência confiável que possa delimitar as explicações regionais a respeito da evolução do relevo. Mas existiriam duas possibilidades para o desenvolvimento das pesquisas geomorfológicas regionais: a) uma se refere à resolução de situações locais, cujos resultados podem vir a ser regionalizados no futuro; b) mapeamentos para aprimorar as classificações de relevo.

Segundo Ab'Sáber (1955) os estudos sobre superfícies de aplainamento são muito valiosos para a geologia histórica, na medida em que estas superfícies se configuram enquanto antigos paleoplanos e peneplanos soerguidos, relacionados com arranjos pretéritos das massas

continentais e oceânicas, tornando-se elementos objetivos importantes para a revisão de muitas concepções paleogeográficas.

As teorias geomorfológicas contribuem para compreensão do relevo brasileiro e, portanto, das principais superfícies de erosão. Tais superfícies são caracterizadas e nomeadas por diversos autores, como discutido a seguir.

3.2 – Distinção das Superfícies de aplainamento: Contexto brasileiro

O tema superfície de aplainamento tem sido muito discutido no que concerne aos aspectos genéticos e evolutivos, bem como as formas resultantes. Segundo o conceito de Ollier (1981), as superfícies de aplainamento são entendidas como áreas de dimensões continentais, planas ou levemente onduladas, resultantes da erosão subaérea que trunca, indistintamente, rochas e estruturas geológicas de origem e resistência diferentes (CUNHA e GUERRA, 2001). Configurando-se enquanto “feição geomorfológica notável nas margens continentais passivas” (CORREA, 2002, p. 70).

Os primeiros estudos sobre superfícies de erosão no Brasil partiram do modelo davisiano, de topos concordantes ou topos de mesma altitude, para definir níveis de erosão.

O trabalho de De Martonne (1943) foi um dos primeiros a ganhar destaque. Em seu trabalho sobre os problemas morfológicos do Brasil Tropical Atlântico apresenta três superfícies de erosão, contando quatro com a superfície pré-permiana (localizada sob os sedimentos Paleozóicos da Bacia do Paraná) (Figura 3.5). A primeira é a superfície Neogênica, na região de Pouso Alegre; a segunda, superfície das Cristas Médias, de idade terciária; a terceira, a superfície de Campos, em Campos do Jordão, Campos de Paraíso e Campos de Ribeirão Fundo.

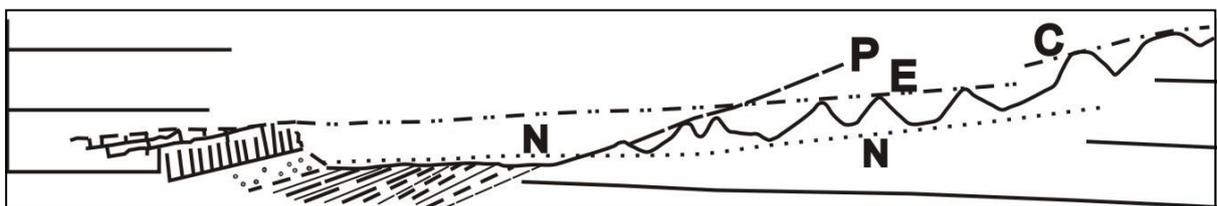


Figura 3.5 - Relação das diferentes superfícies. Corte ideal O-E (Serra da Mantiqueira à Cuesta de Botucatu). P–Superfície pré-permiana; C–Superfície de Campos; E–Superfície de Cristas Médias (Eocênico); N–Superfície Neogênica. FONTE: DE MARTONNE (1943)

O trabalho de Freitas, em 1951, destaca três ciclos erosivos. O mais antigo deles seria no Mesozóico, onde teria sido antecedido por soerguimento epirogênico e encerrado no Cretáceo, resultando no peneplano cretáceo, de “nível B”. Com um novo movimento epirogênico positivo no Terciário, que resultou na fragmentação do Escudo Brasileiro e nos principais acidentes tectônicos do relevo do país, desenvolve-se um peneplano correspondente ao “nível A”. Em seguida, o terceiro ciclo ou “ciclo quaternário” ou ainda, “pós-deposição” das camadas de São Paulo e Curitiba (PONÇANO e ALMEIDA, 1993).

Embora haja controvérsias quanto à gênese das superfícies de erosão/aplainamento a teoria de pediplanação de King (1956) ganhou atenção no Brasil, a partir da publicação de uma obra sobre a evolução do relevo da porção oriental brasileira. Este trabalho suscitou críticas e reflexões da comunidade geomorfológica nacional, principalmente sobre as propostas de remanescentes de superfícies de erosão. King (1956) distinguiu os diversos aplainamentos segundo suas altitudes escalonadas, os mais baixos sendo considerados mais recentes e evoluindo o conjunto como uma escada de piemonte, e concebendo uma origem tectônica para as interrupções dos ciclos de aplainamento. Fundamentado nas superfícies de aplainamento na África e no Brasil Oriental, King (1956) criou um modelo constituído por superfícies escalonadas, identificando as Superfícies de Erosão no Brasil na seguinte ordem: Superfície Fóssil (Período Carbonífero); Superfície Desértica (Triássico); Superfície Pós-Gondwana ou Superfície Gondwana (Cretáceo); Peneplanação Sul-Americana (Paleoceno-Eoceno) seguido por um soerguimento (Oligoceno); Ciclo Velhas (Mioceno-Plioceno) e Ciclo Paraguaçu (Pleistoceno-Holoceno).

Ao explicar estas Superfícies de Erosão, King (1956) assinala que:

“[...] o elemento fundamental do cenário brasileiro foi uma vasta planície, produzida pela desnudação, entre o Cretáceo inferior e o Terciário-médio, quando foi soerguida, sendo mais tarde reduzida a um planalto dissecado pela erosão policíclica (*polycyclic stream incision*) que escavou vales em quase toda superfície, ou, localmente, uma série de elevações de topo coincidente, sobre as cristas [...]. Esta vasta peneplanação, que concorda com superfícies de deposição nos contrafortes andinos e abaixo dos pampas argentinos, é denominada peneplanação Sul-Americana” (KING, 1956, p. 149).

Há vasta literatura, portanto, que busca definir os marcos estratigráficos e temporais das superfícies de aplainamento no Brasil. Para cada trabalho científico há distinção quanto o

intervalo de erosão regional (Quadro 3.1). Com destaque à Peneplanação Sul-Americana, área de maior interesse neste trabalho, defendida por King (1956), e presente na área de estudo.

	Moraes Rego (1932)	Martonne (1943)	Freitas (1951)	King (1956)	Almeida (1964)	Bigarella, Andrade (1965)	Ab'Sáber (1969, 1972)
Mioceno							
Pleistoceno			Ciclo Quaternário	Ciclo Paraguaçu		Paleopavimentos P2,P1 PediplanoPd1	Paleopavimentos
Plioceno	Soerguimento Peneplanação Abaixamento		Soerguimento		Diversas superfícies ao longo de vales, originadas por erosão de vertentes, sem planação lateral		Diversas superfícies intermontanas, originadas predominantemente por pediplanação
Mioceno		↑ Superfície Neogênica	Peneplano terciário no nível A	↑ Ciclo Velhas			
Oligoceno	↑ Soerguimento				↑ Soerguimento	↑ Falhamentos	↑ Pediplano Pd2
Eoceno	Peneplanação	↑ Superfícies das Cristas Médias	Soerguimento e Falhamentos		↑ Superfície Japi	↓	
Paleoceno		Superfície dos Campos			Peneplanação Sul-Americana		↑ Pediplano Pd3
Cretáceo		↓	Peneplano Cretáceo ou nível B. Soerguimento	Sup. Pós-Gondwana Sup. Gondwana	↓		
Jurássico							
Triássico				Sup. Desértica			
Permiano							
Carbonífero		↓ Superfície Pré-Permiana		Superfície Fóssil	Superfície Itagua		
Devoniano					Superfície Itapeva		

Quadro 3.1 – Distribuição esquemática das principais fases de erosão na visão de diversos autores

FONTE: PONÇANO e ALMEIDA (1993)

A partir da proposição de pediplanação defendida por King (1956) e desses outros autores, tomou-se como definição a ideia de que, as superfícies de erosão são uma feição geomorfológica notável nas margens continentais passivas, entendidas como áreas de dimensões continentais, planas ou levemente onduladas, resultantes da erosão subaérea que trunca, indistintamente, rochas e estruturas geológicas de origem e resistência diferentes (CUNHA & GUERRA, 2001, p. 28; CORREA, 2002, p. 63).

Acrescenta-se a essas proposições, a seguida por Latrubesse (GOIÁS, 2005) que, ao reelaborar o mapa geomorfológico de Goiás, propõe, em função da caracterização genética das grandes superfícies de aplainamento nas regiões tropicais, não utilizar termos como pediplanos, *etchplanos* ou peneplanícies, pois embora mais descritivo, o termo Superfície de Aplainamento tem conotações de gênese. Por este motivo, as grandes Superfícies de Aplainamento que caracterizam os estados de Goiás e Bahia, na concepção de Latrubesse (GOIÁS, 2005), devem receber a denominação de Superfícies Regionais de Aplainamento (SRA).

“A aplicação da categoria SRA nos permite inferir que é uma unidade denudacional, gerada pelo arrasamento/aplainamento de uma superfície de terreno dentro de determinado intervalo de cotas e que este aplainamento se deu de forma relativamente independente dos controles geológicos regionais (litologias e estruturas). Portanto, uma SRA não necessariamente respeita na sua distribuição espacial, limites litológicos ou estilos estruturais, seccionando diversas unidades geológicas” (GOIÁS, 2005, p. 21).

Latrubesse (GOIÁS, 2005) afirma ainda que, para os padrões locais de aplainamento se recomenda utilizar o termo pedimento, quando associado a frentes montanhosas e de caráter mais local.

Durante o levantamento e revisão bibliográfica e após correlação entre as ideias propostas sobre as superfícies de erosão por De Martone, 1943; Moraes Rego, 1946; Freitas, 1951; Ab’Sáber, 1955; Almeida, 1964; Ponçano & Almeida (1993), além de King (1956) e Latrubesse (GOIÁS, 2005), observou-se uma variação de nomenclatura e valores das cotas altimétricas das superfícies de aplainamento defendidas por cada autor isoladamente.

3.3 – Depósitos de Laterita: conceituação e caracterização

As primeiras descrições sobre laterita têm início em 1807, com Buchanan, para designar um material avermelhado, apropriado para construções, que era explorado nas regiões montanhosas do Malabar, na Índia.

Fermor (1911 *apud* BIGARELLA, 1996) define as lateritas como uma mistura hidratada de óxidos de alumínio, ferro e titânio, de composição variada, numa escala desde laterita ferruginosa quase isenta de alumínio, até laterita aluminosa quase livre de ferro.

Atualmente, o termo é amplamente empregado, todavia passou a ser utilizado para descrever certos materiais diferentes entre si. Não existe um consenso no uso do termo laterita, o que suscita uma série de dúvidas. Para Bigarella (1996), do ponto de vista prático, é preciso distinguir entre os materiais macios (moles) e os endurecidos, para Bigarella

“O termo laterita (**sensu lato**) corresponde a todos os produtos de neoformação, contendo uma quantidade variável de hidróxidos de ferro e de alumínio, resultantes da alteração pedogenética das rochas cristalinas silicatadas, aluminosas ou não. A maioria das crostas

contém mais de um óxido metálico, sendo sua classificação química ou mineralógica relativamente difícil” (BIGARELLA, 1996, p. 567).

Segundo Alexander & Cady (1962 *apud* BIGARELLA, 1996) a laterita pode apresentar-se tanto endurecida como ser capaz de endurecimento quando exposta a umidificações e ressecamentos sucessivos. A laterita endurecida é designada como laterito propriamente dito, bem como duricrust, lateritic irostone ou ferricrete.

O termo é utilizado para designar vários materiais com algumas características comuns, como as couraças ou carapaças (ferruginosas e/ou aluminosas), as plintitas, os solos ferralíticos, os solos lateríticos, as formações avermelhadas ricas em sesquióxidos de ferro, alumínio ou de manganês, entre outros materiais com morfologia variada. Tal morfologia pode ser vesicular, concrecionária, vermicular, pisolítico ou mais ou menos maciça.

No que concerne à caracterização, em função da composição muito variada das lateritas, ainda não se chegou a uma definição precisa, na bibliografia consultada alguns autores consideram a importância dos óxidos de ferro, enquanto outros caracterizam as lateritas como produtos de alteração contendo alumina livre.

Para Maignien (1966 *apud* BIGARELLA, 1996) as lateritas caracterizam-se por:

- uma decomposição química intensa do substrato, com perdas de bases e sílica;
- forte individualização do perfil, acompanhada de acumulação de sesquióxidos de ferro e/ou alumínio;
- neossínteses caulínicas de intensidades variadas;
- complexos adsorventes insaturados;
- marcante tendência de acidificação do meio.

Apenas a partir de 1920, o estudo das lateritas foi abordado sob critérios pedológicos, baseados na morfologia do perfil, nos aspectos físicos e na composição química. Para Harrassowitz (1930 *apud* BIGARELLA, 1996), o perfil característico de uma laterita, desenvolvido sob savana tropical, apresenta os seguintes níveis:

- zona superficial com incrustações e concreções;
- horizonte laterítico propriamente dito;
- zona de alteração primária com caulinita;
- rocha fresca.

A espessura dos horizontes varia de acordo com o grau de evolução do perfil.

3.3.1 – Características físicas

As propriedades físicas das lateritas estão relacionadas com a mineralogia, composição química e arranjo estrutural dos elementos constituintes, principalmente na relação $\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{Al}_2\text{O}_3$ e teor de sílica. Sendo o fator endurecimento, ligado à mecânica dos materiais, a característica mais mencionada.

Segundo Maignien (1966 *apud* BIGARELLA, 1996) o endurecimento depende de vários fatores:

- composição e grau de cristalização dos componentes, sendo que a dureza cresce proporcionalmente ao teor de ferro e inversamente com relação ao grau de hidratação;
- arranjo dos constituintes, em que as couraças compactas e homogêneas são mais endurecidas;
- fator tempo, em que as lateritas mais antigas são mais endurecidas do que as de formação recente.

As descrições macroscópicas englobam ainda:

- a) arranjos estruturais (estruturas homogêneas, heterogêneas ou ordenadas);
- b) aspectos texturais;
- c) geometria de vazios;
- d) presença de películas;
- e) cor (rosada, ocre, vermelha, castanha, manchas violetas);
- f) densidade.

3.3.2 – Características químicas e mineralógicas

Caracterizam-se pela predominância de altos teores em sesquióxidos de ferro e/ou alumínio, além de outros componentes.

Sendo o quartzo um componente significativo, principalmente o residual derivado de rochas ígneas, sedimentares ou metamórficas, podendo ser também por neoformação, conforme destaca Bigarella (1996).

As lateritas aluminosas caracterizam-se pela presença de um ou mais óxidos hidratados de alumínio, sendo a gibbsita a forma mais frequente. Segundo Bigarella (1996), o ferro nas couraças encontra-se sob a forma de goethita e de hematita, sendo que em alguns lateritos altamente ferruginosos é possível encontrar óxido de ferro magnético, com alto teor

de ferro ferroso. O titânio ocorre em quantidades mínimas, e o manganês (bióxido de manganês) origina revestimentos finos de cor violácea escura. As lateritas também contêm argila (caulinita), àquelas derivadas de materiais quartzosos possuem grãos de quartzo residual na matriz.

3.3.3 – Distribuição geográfica das Lateritas

As lateritas possuem ampla distribuição nas regiões intertropicais da América do Sul, Ásia e Austrália, principalmente as lateritas consideradas como solos fósseis, muito antigos a subatuais.

Conforme apontam os autores consultados, as lateritas testemunham várias mudanças climáticas, refletindo condições paleoambientais pretéritas, em função da sua distribuição nos diversos níveis topográficos da paisagem. Ocorrem na superfície do solo ou em subsuperfície, em profundidades e espessuras variáveis. Conforme destaca Bigarella (1996), as espessuras costumam ser menores nos centros das chapadas e maiores nas margens das mesmas.

Ressalta-se o papel do clima e do modelado como fundamentais para o desenvolvimento das lateritas, além da cobertura vegetal. Fatores esses definidores no que concerne a localização geográfica das lateritas atuais. O tema é amplamente discutido em função das diferenças das condições pretéritas com relação às atuais.

De acordo com a literatura (MAIGNIEN, 1966 *apud* BIGARELLA, 1996), os solos lateríticos atuais desenvolvem-se sob temperaturas médias anuais em torno de 25°C. Os valores das precipitações são variáveis, pois os solos lateríticos e as lateritas encontram-se em regiões equatoriais e tropicais, com distintos regimes de chuva. Ressalta-se que esses solos são feições fósseis, sendo assim, não refletem as condições climáticas atuais. Conforme destaca Bigarella (1996), as regiões florestais não apresentam condições para a formação de lateritas, pois o endurecimento do solo ocorre após o desaparecimento da cobertura vegetal. Para o autor, seriam as savanas, os ambientes propícios para o endurecimento dos materiais ferruginosos. Destaca ainda que, as lateritas ocorrem principalmente em terrenos planos ou suavemente inclinados.

De acordo com Erhart (1973 *apud* BIGARELLA, 1996), a forma do modelado favorece ou não a lixiviação de soluções ferruginosas e sua posterior deposição, o que pode favorecer o desenvolvimento de couraças. Os solos courácicos diferem dos solos de alteração laterítica, na medida em que os primeiros ocorrem nas superfícies aplainadas (inclinações

inferiores a 8-9%, ou seja, planaltos, planícies, terraços), enquanto que os segundos podem ser encontrados em terrenos acidentados.

As formas de terreno normalmente associadas aos depósitos lateríticos são (BIGARELLA, 1996):

- mesas e chapadas planas ou subhorizontais;
- escarpas nas margens de planalto;
- formas similares a terraços e pavimentos de fragmentos de lateritos recimentados, situados nas partes intermediárias e inferiores das vertentes, respectivamente.

Conforme destaca Bigarella (1996), algumas dessas formas ocorrem combinadas. Nas margens da mesa ou chapada, a camada laterítica apresenta-se como couraça, terminando em escarpa. No interior do platô podem ocorrer depressões. A escarpa de laterito pode sofrer um recuo paralelo, originando uma superfície pedimentar que corta as partes inferiores dos perfis de intemperismo (Figura 3.6). Com o prosseguimento da erosão, a couraça é destruída, originando-se vertentes convexas mais suaves (Figura 3.7), isso vai depender em parte da resistência do laterito, e em parte do caráter impermeável da zona de argila mosqueada subjacente.

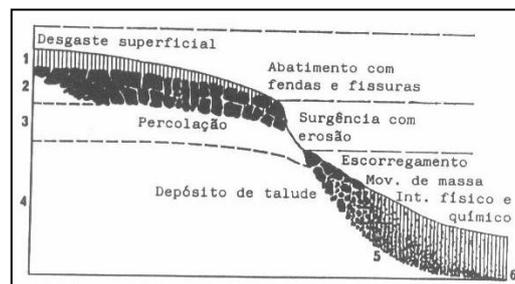


Figura 3.6 – Processos atuantes no recuo de uma couraça de laterito. Em que: (1) Manto superficial; (2) Laterito; (3) Arenito intemperizado; (4) Arenito ferruginoso; (5) Tálus intemperizado; (6) argila arenosa ferralítica sobre a vertente côncava ou sobre pedimento. Fonte: BIGARELLA (1996).

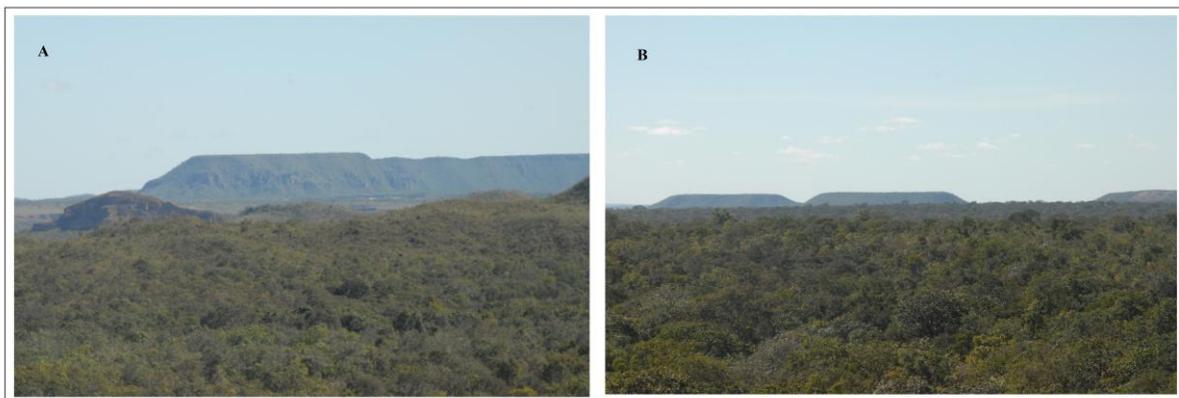


Figura 3.7 – (A) Vista da Serra das Araras, localizada ao sul da área estudada, na unidade Planalto Divisor São Francisco-Tocantins. Observar as vertentes convexas mais suaves (B) Superfícies de aplainamento, observar a concordância entre os topos.

A sequência geral de horizontes destas formas podem ser assim esquematizados, da base para o topo (Adaptado de BIGARELLA, 1996) (Figura 3.8):

- rocha matriz não alterada;
- rocha matriz alterada/saprolito;
- litomarga argilosa;
- zona de lixiviação seguida de zona de concrecionamento, ambas aluminosas;
- uma couraça superior cuja composição depende essencialmente da natureza da rocha matriz.

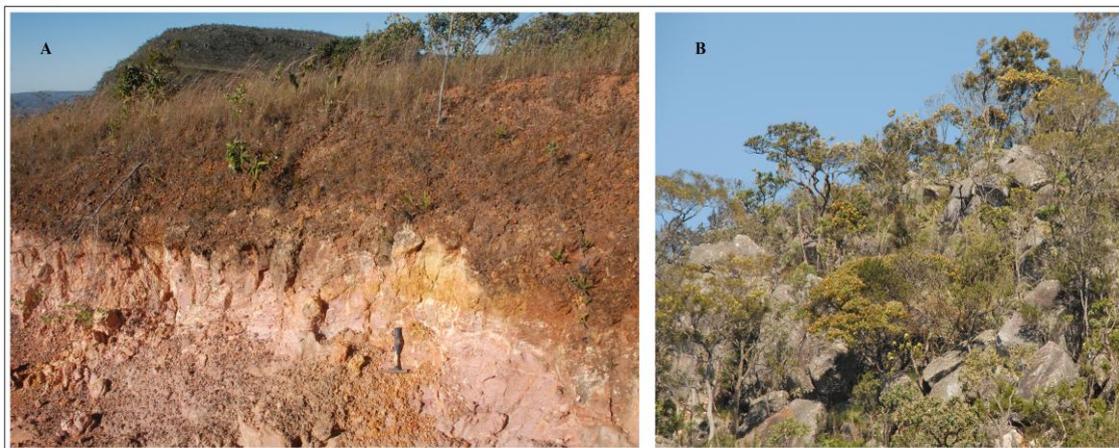


Figura 3.8 – (A) Perfil Laterítico. Observar a argila branca (litomarga) no nível do martelo. (B) Matacões presentes em alguns topos de perfil laterítico. Observar a cobertura vegetal (savana/cerrado).

Nos perfis de intemperismo, o ferro pode mobilizar-se em condições redutoras e na presença de compostos orgânicos complexantes, principalmente sob florestas, em ambiente com alta umidade do solo e intensa lixiviação (Figura 3.9).

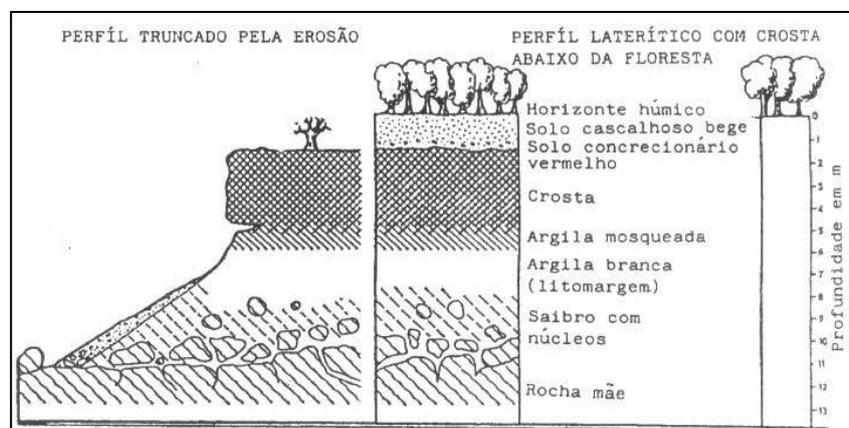


Figura 3.9 – Perfil laterítico sob floresta ombrófila ao lado de um perfil truncado pela erosão. FONTE: BIGARELLA, 1996.

No Brasil, as lateritas endurecidas ocorrem principalmente no Planalto Central e no Nordeste, áreas majoritariamente planas e com uma cobertura vegetal caracterizada como savana (cerrado) (Figura 3.8).

4 – MATERIAIS E MÉTODOS

Na primeira etapa da pesquisa, com a caracterização das superfícies propostas por King (1956) e das cotas altimétricas defendidas pelo autor, foi elaborado um mapa temático considerando apenas as superfícies de cimeira, que são as mais antigas e que permitiriam definir os marcos trabalhados em campo (Mapa 01 - anexo). O mapeamento tornou-se peça chave, pois permitiu “a identificação e a correlação dos remanescentes de superfícies erosivas deposicionais outrora mais extensas [...] a fim de fornecer uma base quantitativa para a reconstrução da história geomorfológica de uma área” (CORREA, 2002, p.78).

As superfícies de cimeira mapeadas definem-se enquanto bancadas ferruginosas, interpretadas como antigos horizontes B exumados e retrabalhados, o que configura a essas superfícies resistência aos efeitos erosivos. Segundo CASSETI (1994) a atividade erosiva na base da couraça ferralítica implica aluição ou desagregação do material sobrejacente, cujos fragmentos provenientes de montante ficam depositados no sopé da vertente, inumando a angularidade estrutural (*knick point*) (Figura 4.1). A deposição vai se estendendo com o recuo da vertente, podendo se acomodar pelo transporte associado às chuvas torrenciais, próprias das condições semi-áridas.

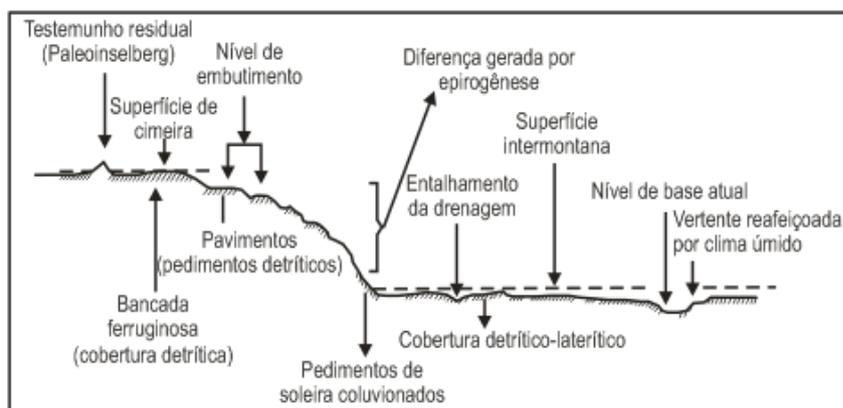


Figura 4.1 – Compartimentação topográfica e efeitos paleoclimáticos. FONTE: CASSETI (2005)

Com a caracterização e o mapeamento das superfícies de aplainamento foi realizado um campo, que consistiu no levantamento sistemático das superfícies com perfis representativos, permitindo descrições detalhadas e coleta de amostras.

Os materiais coletados em campo tiveram origem das bordas e sopés das escarpas, e permitiram definir marcos representativos das diferentes superfícies de aplainamento. A partir das amostras foram feitas análises químicas cuja apresentação e discussão é feita no presente trabalho.

No Quadro 4.1, são apresentadas as superfícies aplainadas mapeadas na área de estudo e suas principais características. Adaptado do quadro experimental das superfícies de erosão e aplainamento no Brasil, publicado por Barbosa (1965), e do quadro comparativo entre os eventos geomorfológicos da África e do Brasil, apresentado por Braun (1971).

A opção em seguir a revisão proposta desses autores e, não diretamente a obra de King (1956), decorre da maior clareza e didática na apresentação das características. As altitudes apresentadas pelos autores foram utilizadas para nortear a classificação das imagens orbitais (CRÓSTA, 1993).

Idade estimada	Evento Geomorfológico	Caracterização da superfície	Clima presumível	Depósitos minerais
Paleoceno a Mioceno	Fase de desnudação seguida por fase de pediplanação (agração). Dá-se o mais extenso aplainamento brasileiro	Superfície Sul-Americana de King. No Planalto Central altitudes de 800 a 1000 metros	Savana	Canga no Planalto Central
Cretáceo Médio-Superior a Paleoceno	Estabilidade relativa. Fase de desnudação seguida por Fase de pediplanação (agração)	Pediplanação Geral. Superfície Pós-Gondwana de King. Chapadas, chapadões e mesas no Planalto Central. Altitudes atuais de 1000 a 1300 metros	Savana	Canga no Planalto Central
Cretáceo Inferior a Médio	Formação das grandes bacias sedimentares. O continente manteve-se emerso, porém extensamente aplainado	Agração geral. Superfície Gondwana de King. Altitudes atuais de mais de 1300 metros	Savana (tropical continental com aguaceiros de verão)	Canga no Planalto Central

Quadro 4.1 - Características principais das superfícies aplainadas mapeadas. FONTE: Adaptado de BARBOSA (1965) e BRAUN (1971)

As superfícies do Ciclo Gondwana provavelmente não deixaram remanescentes, segundo Braun (1971), pois os estágios erosivos posteriores devem ter destruído todas as peneplanícies. Apenas conhecem-se remanescentes fósseis dessas superfícies recobertas por

sedimentos do Grupo Bauru e Formação Serra Negra. King descreve diversos topos como pertencentes a este ciclo, porém segundo Braun (1971), estes testemunhos nivelam-se com o topo do Grupo Bauru e Formação Serra Negra, sendo contemporâneos ou mais novos que o Cretáceo Médio. Segundo Ponçano & Almeida (1993), configura-se enquanto uma superfície extremamente aplainada que apresentou durante o Cretáceo inferior uma inclinação quase tão grande quanto à superfície Sul-Americana, posterior.

Ainda segundo Braun (1971), com mais de 60 milhões de anos de erosão, dificilmente existiria testemunhos preservados da Superfície Pós-Gondwana, a não ser se estivessem recobertos por resistentes capas sedimentares. Porém algumas altas elevações proeminentes na alta paisagem brasileira poderiam ter-se constituído em *inselbergues*, já muito rebaixados, nas planícies do ciclo Sul-Americano. “Pode-se citar duvidosamente alguns casos como a Chapada dos Veadeiros, em Goiás, e alguns topos truncados acima de 2000 metros na serra da Mantiqueira e na serra do Mar” (BRAUN, 1971, p. 8). Para Ponçano & Almeida (1993), essa superfície, não se apresenta nunca completamente aplainada e sim, uma topografia frequentemente acidentada.

Já a Superfície Sul-Americana, segundo Braun (1971), seria a responsável por toda a esculturação do relevo atual do Brasil “da qual subsistem amplos testemunhos” (BRAUN, 1971, p. 09). Esta vasta peneplanação, segundo Ponçano & Almeida (1993) concorda com as superfícies de deposição nos contrafortes andinos e abaixo dos pampas argentinos. Completa ainda, que os solos das extensas planícies sul-americanas permanecendo por um longo período com a drenagem estagnada e sujeitos às oscilações do nível freático, sofreram uma profunda e contínua lixiviação e laterização.

Na segunda etapa da pesquisa, foi feita a revisão das cotas altimétricas mapeadas, a partir dos dados coletados em campo. Tomou-se como referência as proposições discutidas por Latrubesse (GOIÁS, 2005), que revisa a obra de King (1956), e propõe o termo Superfície de Aplainamento Regional (SAR). A SAR compreende uma unidade denudacional, oriunda do arrasamento/aplainamento de uma superfície de terreno dentro de determinado intervalo de cotas altimétricas, sendo que este aplainamento ocorre de forma relativamente independente dos controles estruturais (GOIÁS, 2005) (Mapa 02 - anexo).

Para entender a temática SRA, foi utilizado o conceito de materiais lateríticos defendida por ESPINDOLA (2008), como depósitos residuais da crosta terrestre originados de acúmulos relativos e absolutos de constituintes resistentes à intemperização. Sendo muito expressivos em regiões tropicais e associados a solos muito desenvolvidos, espessos e não

saturados. Configuram-se sob a forma de depósitos contínuos (couraças ou “cangas”), sendo exibidos pelas superfícies geomorfológicas a diferentes profundidades, o que afeta as relações entre a pedogênese (evolução do solo), bem como a morfogênese (elaboração de formas de relevo).

Nas descrições elaboradas utilizou-se o termo laterita no sentido atribuído por FERRARI (1996), como sendo acumulações superficiais e subsuperficiais de produtos provenientes do intenso intemperismo de rochas, desenvolvidas sob condições favoráveis a uma maior mobilidade dos elementos alcalinos, alcalinos-terrosos e sílica e imobilização de ferro e alumínio. Sendo que, condições de alta temperatura e forte umidade (características das regiões tropicais, limitadas a uma faixa entre os paralelos 30°N e 30°S de latitude), mas com longa estação seca, favorecem a laterização. Já em climas mais áridos, ou sob condições permanentemente úmidas, como em florestas tropicais, ferricretes não se formam ou são destruídas.

Segundo THOMAS (1974, *apud* BIGARELLA, 2007), as lateritas consistem de uma paragênese mineral relativamente simples, onde predominam óxidos e hidróxidos de ferro e de alumínio (goethita, gibbsita e materiais amorfos) e de argilominerais do grupo da caolinita, além do quartzo que, devido à sua alta estabilidade na superfície, representa o mineral residual do intemperismo.

O levantamento bibliográfico foi realizado em bibliotecas dos Institutos de Geociências da Universidade Estadual de Campinas e Universidade Federal de Goiás (visita *on-line*), entre outras. O material levantado se compôs de livros, teses e artigos relacionados ao tema tanto da Superfície de Aplainamento, Superfície Regional de Aplainamento, materiais lateríticos e lateritas, na região norte de Minas Gerais e leste de Goiás e de outros conceitos que auxiliassem nas análises realizadas.

Além disso, buscaram-se maiores fontes de pesquisa através da internet e de sítios *on-line* de instituições como o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA).

O trabalho de campo foi efetuado com auxílio de uma carta topográfica (IBGE) e um mapa geomorfológico (RADAMBRASIL), ambos em escala de 1:1.000.000, além do mapa temático elaborado em escala de 1:1.500.000.

O processamento dos dados (CRÓSTA, 1993), foi realizado no programa *ArcGIS 10* (MINAMI, 2000), utilizando os computadores do Laboratório de Ensino de Informática (LEI), do Instituto de Geociências (IG). Para a obtenção da topografia da área de estudo foram

feitas classificações através de imagens fornecidas pela EMBRAPA – Monitoramento por Satélite, oriundas da nave espacial americana SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*). Foram utilizadas oito imagens em escala 1:250.000, localizadas entre os paralelos 12°00' e 16°00', de latitude sul, e os meridianos 45°00' e 48°00' de longitude oeste de Greenwich. O processamento de imagens é esquematizado na Figura 4.2.

Os mapas foram fundamentais, pois permitiram definir os pontos ideais de coleta das ocorrências de materiais lateríticos, completos ou parcialmente erodidos e de suas respectivas rochas parentais, de acordo com as altitudes das superfícies. Deve-se destacar que a maioria das condições de ocorrência destes materiais correspondeu a bordas de escarpas, o que facilitou o mapeamento e amostragem.

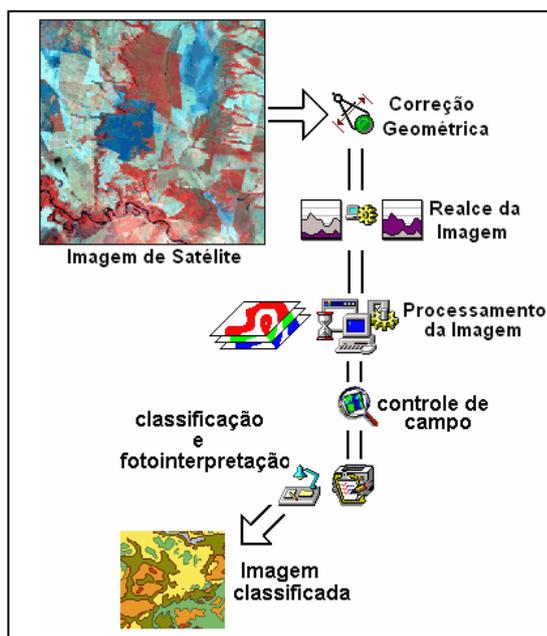


Figura 4.2 – Esquema das etapas do processamento digital de imagens.
FONTE: PARANHOS FILHO (2000)

Para a análise química, dos materiais coletados, foi feita a britagem (britador de mandíbulas) e moagem (moinho vibratório) das amostras, determinação da perda ao fogo à 1000°C (%PF), preparação de discos de vidro (para análise dos elementos maiores) após a fusão com fundentes (metaborato/tetraborato de lítio) e análise química por espectrometria de fluorescência de raios X (Philips, PW 2404, Holanda). Devido as altas concentrações de ferro nas amostras, dispensou-se a análise de elementos traços.

O método da Espectrometria de Fluorescência de Raios X se fez necessário para obter os diferentes componentes químicos existentes nas amostras.

As análises foram realizadas em espectrômetro WDXRF (PW 2404 - *PanAnalytical*, Holanda). A fluorescência de raios X (XRF) foi escolhida por ser uma técnica analítica. A XRF é baseada na medida das intensidades dos raios X característicos emitidos pela amostra, após excitação pela fonte primária (tubo de raios X). Nas amostras a quantificação é realizada pela comparação com as intensidades obtidas em MRs usados para calibração do instrumento, correção de efeitos de absorção e realce inter-elementares. Elementos maiores, menores e traços (Ba, Ce, Cr, Cu, Ga, Nb, Nd, Ni, Pb, Rb, S, Sc, Sr, V, Y, Zn e Zr) são determinados pelo método descrito por Vendemiatto e Enzweiler (2001), com pequenas modificações. A exatidão dos resultados é dada pela análise de três materiais de referência certificados RGM-1 (Riólito, USGS), IF-G (Iron Formation Powder, CNRS-SARM, França) e BRP-1 (Basalto de Ribeirão Preto). Estas análises são realizadas para obtenção de dados totais sobre os principais elementos componentes dos materiais estudados, os quais são essenciais na identificação dos processos genéticos atuantes e dos ambientes geradores dos perfis.

A análise química foi efetuada no Laboratório de Geoquímica do Instituto de Geociências da UNICAMP. Esta análise permitiu a identificação de antigos processos de alteração e os elementos menores permitiram a verificação de descontinuidades litológicas.

5 - RESULTADOS

5.1 - PONTOS OBSERVADOS EM CAMPO

Os dados observados e descritos que para o trabalho foram de grande relevância se referem: à diferença dos perfis lateríticos, os diferentes patamares do relevo, os aspectos químicos e físicos e a localização desses dados na área de estudo.

Foram analisados quatro pontos, todos no estado de Goiás, um localizado no município de Chapada Gaúcha, um no município de Arinos, outro em Cabeceiras, e um localizado no Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros, no município de Alto Paraíso de Goiás, estes pontos serão definidos, respectivamente por P1, P2, P3 e P4, indicados no mapa em anexo (Mapa 02). Acrescenta-se que ao longo de todo o trajeto do estado de Minas Gerais foram observados os diferentes patamares do relevo.

Após mapeamento dos pontos observados em campo, nota-se que a maioria deles - bem como a Serra das Araras observada em campo - está ao sul da área estudada, na unidade

Planalto Divisor São Francisco-Tocantins, que se configura enquanto estrutura sedimentar concordante (Figura 3.8).

Estes pontos configuram-se enquanto lateritas ferruginosas, cujas formas resultam em relevos denudacionais cobertos por cascalheira de seixos e matacões formando um paleopavimento detrítico, que contém rochas da Formação Urucuia (NASCIMENTO, 1992).

Enquanto ao norte da área estudada no município de Alto Paraíso de Goiás, localizado na unidade Planalto Central Goiano, com cotas em torno de 1500 metros ou mais, configura uma superfície capeada por uma cobertura detrítico-laterita, datada, pelo Projeto RADAM-BRASIL (1982), como do Terciário Inferior. Como observado em campo, essa cobertura reveste os grandes interflúvios que se apresentavam levemente dissecados em formas tabulares, com vegetação de cerrado. Segundo Faria (1995) os metamorfitos do Grupo Paranoá ocupam grande parte desta área (Figura 5.1).



Figura 5.1 – (A) Parque Nacional Chapada dos Veadeiros (Alto Paraíso de Goiás). Localizado na unidade Planalto Central Goiano, com cotas em torno de 1500 metros ou mais. Observar a cobertura detrítico-laterita próxima ao veículo. (B) Pavimento detrítico-laterítico no topo de um perfil laterítico.

Destaca-se o papel da esculturação fluvial no que concerne a geomorfologia observada em campo, tendo em vista que os rios tiveram uma participação fundamental na modelagem do relevo. Evidências disso são as próprias superfícies de aplainamento, “caracterizadas como divisores de água, o que demonstra a ação gliptogenética em função dos movimentos epirogenéticos pré-cretácicos” (NASCIMENTO, 1992, p. 03) (Figura 3.8).

5.2 - MORFOLOGIA E CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA DAS LATERITAS FERRUGINOSAS

5.2.1 - MACROMORFOLOGIA

As lateritas ferruginosas encontradas foram desenvolvidas a partir de rochas sedimentares e metamórficas, sendo assim apresentam concentrações importantes de oxihidróxidos (goethita ou hematita). As rochas sedimentares são ricas em quartzo, embora não origem hidróxidos de ferro, óxidos de ferro podem depositar-se ao redor dos grãos de quartzo ou crescer como concreções.

Os materiais lateríticos observados caracterizam-se por decomposição intensa do substrato e uma forte individualização do perfil, além de acumulações de sesquióxidos de ferro. O Quadro 5.1 apresenta as variações morfológicas das lateritas observadas e coletadas em campo.

Característica observada	P1	P2	P3	P4
Situação	Modelado inferior	Modelado inferior	Modelado Inferior	Modelado Inferior
Endurecimento	Moderado	Moderado	Forte	Moderado
Coloração	Ocre com manchas vermelhas	Vermelha com manchas castanhas	Vermelha com manchas castanhas	Vermelha com manchas violetas
Estrutura	Heterogênea (vacuolares)	Heterogênea (nodular)	Homogênea	Heterogênea (nodular)

Quadro 5.1 – Características Macromorfológicas. FONTE: Adaptado de BIGARRELLA (2007)

O endurecimento é uma característica ligada à mecânica dos materiais (MAIGNIEN, 1966 *apud* BIGARELLA, 2007), característica essa, conjugada a diversos fatores: a) o endurecimento é diretamente proporcional ao aumento do teor de ferro; b) os materiais lateríticos mais duros são menos hidratados; c) os materiais de estrutura homogênea são mais duros do que os heterogêneos. Esses fatores justificam as características apontadas acima, destaca-se apenas que, todas as amostras apresentam quantidade semelhante de ferro e não se apresentavam hidratadas, sendo assim o endurecimento forte de P3 está mais relacionado a sua estrutura, que é homogênea, do que ao seu teor de ferro.

No que concerne a estrutura, Bigarella (2007), distingue as lateritas homogêneas e heterogêneas como lateritas primárias, consideradas como decorrentes de formação *in situ*, a partir do material subjacente, enriquecido em ferro, através de provável adição lateral pelo lençol freático.

A cor das lateritas é variada, inclusive foi observado que numa mesma amostra a coloração pode variar (Figura 5.2). A pigmentação das lateritas é devida aos óxidos de ferro e óxidos de manganês, mesmo que esses últimos tenham apresentado quantidades proporcionalmente menores na análise química. A coloração também reflete as condições do meio (oxidante/redutor), no caso das amostras acima, o meio é oxidante, sendo assim, o ferro apresentou cor ocre ou vermelha e o manganês, violeta.



Figura 5.2 – (A) Coloração variada das lateritas encontradas. (B) Porções violetas indicando revestimento por óxido de manganês.

O item da tabela definido como situação, diz respeito ao patamar do relevo onde foram coletadas as amostras, o que condiz com a proposição apresentada por Ferrari (1996). O autor afirma que, embora as lateritas estejam associadas às superfícies aplainadas, elas não estão confinadas às mesmas, podendo se encontradas no modelado inferior. Em campo as superfícies encouraçadas foram observadas no topo de platôs e em níveis mais baixos em seu entorno. Atribui-se a origem de parte do material que compõe as lateritas dos níveis inferiores ao material retrabalhado dos níveis encouraçados dos platôs (FERRARI, 1996). Espindola (2008) caracterizou níveis couraçados de diferentes idades, demonstrando a possibilidade de destruição (pelo topo) e reconstituição (pela base) de uma mesma couraça.

Outra evidência que confirma a proposição descrita, decorre da presença de *stone-lines* num corte de estrada, no município de Chapada Gaúcha, evidenciando o carreamento de materiais de um ponto mais alto, composto por material laterítico e pequenos tubos impregnados por ferro. Nesse sentido, a própria couraça contribui para a constituição do material de origem (Figura 5.3).



Figura 5.4 – (A) Stone-lines num corte de estrada (Chapada Gaúcha), evidenciando o carreamento de materiais de um ponto mais alto até o sopé da vertente. Composto por material laterítico e pequenos tubos impregnados por ferro. (B) Perfil laterítico composto por material carreado. (C) Material laterítico carreado e depositado no sopé da vertente. (D) Material laterítico carreado visto em detalhe.

5.2.2 – ESPECTOMETRIA DE FLUORESCÊNCIA DE RAIOS-X

O resultado da análise de espectrometria de fluorescência de Raios-X está apresentado na tabela a seguir.

Amostra	P1	P2	P3	P4
SiO ₂	40,15	33,69	42,50	36,94
TiO ₂	0,564	0,713	0,276	0,534
Al ₂ O ₃	8,64	11,20	5,95	14,92
Fe ₂ O ₃	43,20	45,99	42,92	36,62
MnO	0,001	0,003	0,006	0,005
MgO	0,02	0,02	0,02	0,11
CaO	0,01	0,01	0,01	0,06

Na₂O	0,03	0,03	0,04	0,05
K₂O	0,02	0,03	0,03	0,29
P₂O₅	0,038	0,048	0,050	0,275
P.F. (1000°C)	6,78	7,55	7,36	9,56
Soma	99,45	99,3	99,2	99,4

Tabela 5.1 - Resultado da Espectrometria de Fluorescência de Raios-X (Valores em %). Responsável: Profa. Jacinta Enzweiler e Maria Aparecida Vendemiatto. DGRN/IG/UNICAMP. Data: 17/06/2011.

Da análise química das amostras coletadas fica evidente o predomínio de óxido de ferro, na forma de hematita (Fe₂O₃), sendo que nas lateritas ferrugionosas ainda é comum encontrar ferro sob a forma de goethita [FeO (OH)], bem como o titânio e manganês, que como pode ser visto, ocorrem em quantidades pequenas. Destaca-se que, nas amostras de mão P3 e P4, o manganês originou finos revestimentos de cor violácea escura.

Os elementos alcalinos e alcalinos-terrosos, embora usualmente eliminados durante a laterização, são encontrados em pequenas quantidades nas análises. Mesmo em quantidades pequenas, esses elementos estão presentes, tendo em vista que as amostras foram coletadas de horizontes concrecionários que se desenvolvem em solos tropicais que, segundo Bigarella (2007), são ambientes passíveis da existência destes elementos.

A quantidade expressiva de sílica decorre de que as lateritas contêm frequentemente argila (caulinita) em sua composição. Além disso, as lateritas coletadas são derivadas de materiais quartzosos, possuindo grãos de quartzo residual, que se defini enquanto, quartzo derivado das rochas sedimentares ou metamórficas (BIGARELLA, 2007). Tais coletas foram feitas no modelado inferior e a sílica eliminada pelos processos de alteração, às vezes, redeposita-se na base do perfil, na zona de intemperização (ESPINDOLA, 2008), o que explicaria os valores obtidos.

Em virtude das características de paragênese mineral, os materiais lateríticos foram classificados de diferentes modos, porém das diversas classificações existentes, nenhuma era completa. Sendo assim Schellmann (1982, *apud* FERRARI, 1996) apresentou uma classificação que abarca todos os materiais lateríticos, tomando como base a química e a mineralogia e considerando os teores de sílica, alumínio e ferro em função dos minerais presentes (quartzo, caolinita, hematita-goethita e gibbisita), construiu uma representação triangular (Figura 5.5). No diagrama, constata-se a existência de diferentes tipos de materiais.

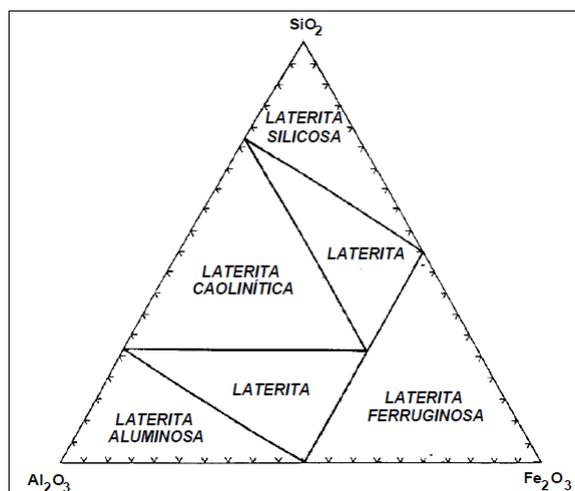


Figura 5.5 – Diagrama triangular para classificação de materiais lateríticos, de Schellmann (1982).
 FONTE: FERRARI (1996)

A partir desta classificação e com base nos resultados da análise química, podemos definir os materiais lateríticos observados, como sendo laterita e laterita ferruginosa, como pode ser visto na Figura 5.6, onde são apresentados os resultados.

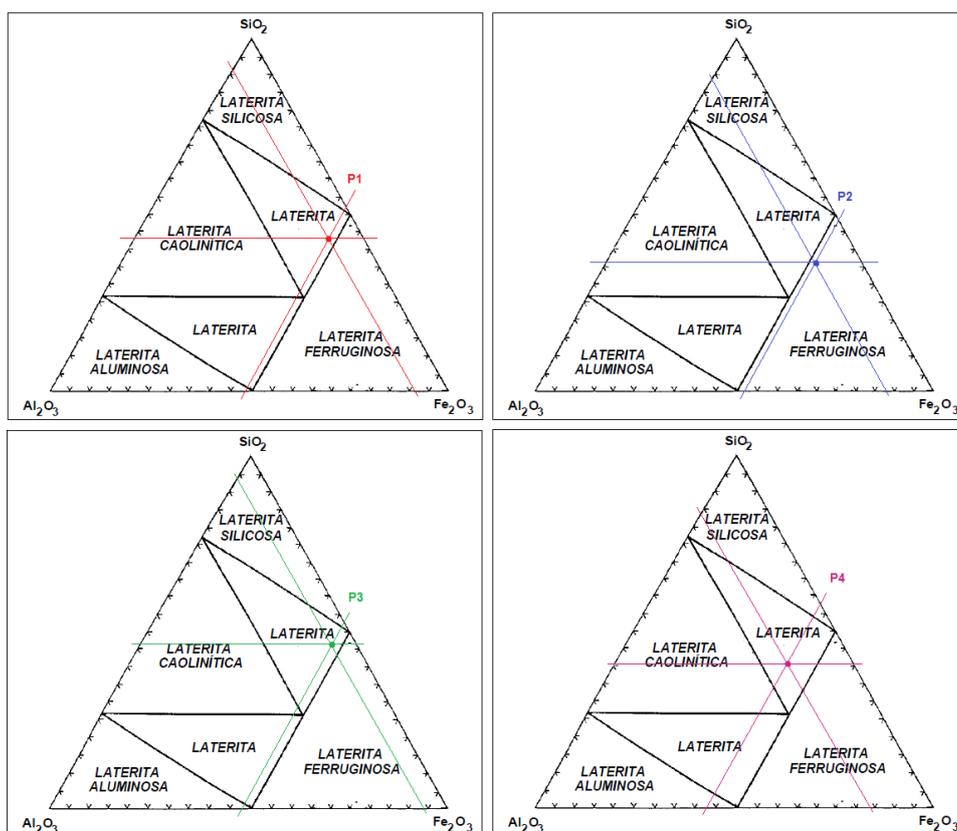


Figura 5.6 – Diagrama triangular para classificação das amostras coletadas em campo.
 FONTE: Adaptado de FERRARI (1996)

Frequentemente, a aplicação de tal diagrama não é fácil, tendo em vista que a composição química da crosta poder variar consideravelmente à pequena distância, em resposta a mudanças da composição mineralógica da rocha e a fatores de localização (DURY, 1969 *apud* BIGARELLA, 2007).

As formações lateríticas endurecidas observadas, desenvolvidas a partir de rochas sedimentares e metamorfitos, caracterizam-se, pois pela predominância de sesquióxidos de ferro (goethita e hematita), de hidróxidos de alumínio (gibbsita constitui a forma mais comum) em proporções variáveis com caulinita e produtos residuais ou clásticos, onde o quartzo é o mais importante.

As lateritas observadas sustentavam solos espessos e superfícies aplainadas. Mesmo nessas superfícies aplainadas estáveis, de reduzida morfogênese, observou-se em campo que a autoevolução do solo pode induzir processos internos que promovem dissoluções e perdas de volumes, com reflexos na superfície, como abatimentos e geração de pequenas bacias.

Do ponto de vista paleoclimático, as lateritas constituem importante fonte de registros de condições ambientais passadas, uma vez que tanto suas características mineralógicas, bem como estruturais refletem o clima do ambiente de formação. E mesmo que suas características sejam compatíveis com o ambiente, não necessariamente indica que elas sejam atuais. Sua formação pode ter começado a milhões de anos e se encontra condição favorável, continua a se formar até hoje (BARDOSSY & ALEVA, 1990, *apud* FERRARI, 1996).

5.3 - INTERPRETAÇÃO DAS IMAGENS ORBITAIS: SUPERFÍCIE DE EROÇÃO VERSUS SRA

A análise proposta por King (1956) para o Planalto Central deve ser lida e compreendida sob a luz do período em que foi publicada, com poucas ferramentas e recursos. Ainda é uma obra de referência sobre o tema, na medida em que, apesar de alguns defeitos descreve primorosamente o modelado brasileiro. Comparando com a obra de Latrubesse (GOIÁS, 2005), alguns aspectos genéticos convergem, outros divergem. A diferença fundamental e que, inclusive, incitou a revisão do mapa temático, foi o tipo de compartimentação altimétrica, mais coerente e contextualizada por Latrubesse.

O mapa (anexo) permite visualizar as unidades denudacionais, geradas pelo arrasamento/aplainamento, que configuram as SRA e que, este aplainamento se deu de forma relativamente independente dos controles geológicos regionais (litologias e estruturas). O que

permite concluir que uma SRA não necessariamente respeita na sua distribuição espacial, limites litológicos ou estilos estruturais, seccionando diversas unidades geológicas (GOIÁS, 2005).

De acordo com o mapa, destacamos algumas SRA cuja nomenclatura é a mesma utilizada no trabalho coordenado por LATRUBESSE (GOIÁS, 2005):

- **Superfície Regional de Aplainamento I – SRAI**

Esta unidade desenvolve-se acima das cotas de 1250 até 1600 m com agrupamentos de morros (*inselbergs*) sobre ela, que atingem até 1600 m de altura, e está representada na Chapada dos Veadeiros, representando o ponto P4 observado em campo. Conforme aponta Latrubesse (GOIÁS, 2005) Esta superfície corresponde à Superfície de Aplainamento Pré-Gondwanica (pré-Cretáceo) de King (1956), e é anterior as formações Mesozóicas, já que não corta as litologias do Cretáceo. É formada principalmente por litologias pertencentes aos metassedimentos do Grupo Araí e antigos níveis de laterita quase totalmente desmantelados.

- **Superfície Regional de Aplainamento II – SRAII**

Latrubesse (GOIÁS, 2005) subdivide essa SRA em duas subunidades. Na área de estudo, compreende a subunidade SRAIIA, que abarca o Grupo Paranoá, que se comporta como residual erosivo e, estende-se entre as cotas 900 - 1250m. Abarcando, portanto, as Superfícies Post-Gondwana e Sul-Americana de KING (1956), observadas em campo e correspondentes aos pontos P1, P2 e P3.

Esta superfície ocorre como uma faixa na borda leste do estado de Goiás, sendo mais representativa na porção sudeste, limitando-se com as rochas dobradas do Grupo Paranoá, estando bem representada nas folhas SD 23-Y-C (centro, sul e leste, abrangendo Brasília e Planaltina). Apresenta-se com diversos graus de dissecação e com nível de laterita presente.

- **Superfície Regional de Aplainamento IV – SRAIV**

Engloba três grandes superfícies posicionadas nas cotas mais baixas com drenagens para o norte, leste e sul do estado de Goiás, que foram denominadas IVA; IVB; IVC1 e IVC2, respectivamente. Estas SRAs situam-se entre as cotas de 250-900 m.

Na área de estudo ocorre apenas a SRAIVA. Trata-se de uma área aplainada situada principalmente entre as cotas 400-500 m e ocorre no Vão do Paranã (NASCIMENTO, 1992), onde exhibe extensa cobertura detrito-laterítica, na forma de crostas ferruginosas e sedimentos friáveis na forma de um manto de lavagem da superfície de *Etchplanacão* formado por silte-argilas e silte-argilo-arenosos frequentemente incluindo pequenos fragmentos de lateritas desmanteladas (GOIÁS, 2005).

Esta paisagem é interrompida por colinas alongadas, com rochas fortemente dobradas mais resistentes. Algumas colinas chegam a atingir cerca de 1000 m embora a maior parte do relevo varie entre 700-800 m ou menos. A SRAIVA, na porção norte, se desenvolve relacionada ao escarpamento de grandes serras, como a da Chapada dos Veadeiros, e outras, com a presença de superfícies de pedimentação que se articulam com o relevo plano da Superfície Regional de Aplainamento já evoluída.

6 - CONCLUSÃO

A primeira etapa da pesquisa permitiu estudar e mapear as superfícies de aplainamento no norte de Minas Gerais e leste de Goiás. Nessa etapa foi dada maior ênfase aos trabalhos que tinham o intuito de entender os processos genéticos associados às superfícies de aplainamento da área de estudo, o que permitiu uma revisão e discussão quanto à terminologia que vem sendo utilizado em teses e dissertações, para definir tanto os processos quanto as formas relacionadas. O resultado foi uma revisão teórica, fundamentalmente, a partir da concepção de King (1956), além de um mapa planialtimétrico.

Na segunda etapa, munidos da revisão bibliográfica e após trabalho de campo, foi possível confirmar as proposições apresentadas nos trabalhos científicos. E assim aprimorar o mapeamento feito na primeira etapa, a partir do trabalho de Latrubesse (GOIÁS, 2005).

Apesar da dimensão da área de estudo foi possível identificar e nomear as superfícies de aplainamento encontradas em campo, contextualizando a ampla bibliografia existente. Ressalta-se a importância da pesquisa e sua possível continuidade, tendo em vista a existência de inúmeras contradições ainda existentes sobre a temática.

Com as informações levantadas em campo e em laboratório, pode-se afirmar que o uso de cotas altimétricas, bem como a análise da associação entre superfície e material associado, são bons referenciais para determinar paleosuperfícies, em conformidade aos trabalhos de King (1956) e Latrubesse (GOIÁS, 2005).

7 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, A. A. A Teoria Geomorfológica e sua Edificação: Análise Crítica. **Revista Brasileira de Geomorfologia**. Uberlândia. Ano 4, n.2, p. 51-67, 2003.

AB´SÁBER, A. N. As altas superfícies de aplainamento do Brasil Sudeste. **Boletim Geográfico**. Rio de Janeiro: IBGE, n. 126, ano XIII, 1995. p. 295-300.

ALMEIDA, F.F.M. Os fundamentos Geológicos do relevo paulista. **Boletim do Instituto Geográfico e Geológico**. São Paulo: Editora da USP, n. 41, 1964. p. 167-263.

BATTIAU-QUENEY, Y. A tentative classification of paleoweathering formations based on geomorphological criteria. **Geomorphology**. v. 16, p. 87-102, 1996.

BATTIAU-QUENEY, Y. Preservation of old palaeosurfaces in glaciated areas: examples from French western Alps. **Geological Society**, London, Special Publications, v. 120, p. 125-132, 1997.

BIGARELLA, J. J. **Estrutura e origem das paisagens tropicais e subtropicais**. 2. ed. Florianópolis: Ed. da UFSC, 2007.

BURKE, K.; GUNNELL, Y. **The African Erosion Surface: A Continental Scale Synthesis of Geomorphology, Tectonics, and Environmental Change over the Past 180 Million Years**. Colorado: The Geological Society of America, 2008.

CARMO, I. O.; VASCONCELOS, P. M. (2006) $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ geochronology constraints on late miocene weathering rates in Minas Gerais, Brazil. **Earth and Planetary Science Letters**. v. 241, p. 80-94, 2006.

CASSETI, V. **Geomorfologia**. Disponível em:

<<http://www.funape.org.br/geomorfologia/cap4/index.php>>. Acesso em: 03 maio 2007.

_____ **Elementos de Geomorfologia**. Goiânia: UFG, 1994.

CASSETI, W. **Elementos de Geomorfologia**. Goiânia: Editorial e Gráfico da UFG, 1990. 136p.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. São Paulo: Edgar Blücher Ltda, 1974.

_____ A unidade morfoestrutural do Planalto de Poços de Caldas. **Notícias Geomorfológicas**, Campinas, v.13, n.26, p.77-85, 1973.

CORRÊA, A. C. B.; MENDES, I. A. O problema das superfícies de erosão: novas abordagens conceituais e metodológicas. **Revista de Geografia**. DCG/UFPE, v. 18, n. 2, p. 70-86, 2002.

CRÓSTA, A. P. **Processamento digital de imagens de sensoriamento remoto**. Campinas: IG/UNICAMP, 1993.

CUNHA, S. B. da; GUERRA, J. T. (org.) Superfícies de erosão. *In: Geomorfologia do Brasil*. 2. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001.

DAVIS, R. A. **Depositional System**: a genetic approach to Sedimentary Geology. New Jersey: Prentice Hall, 1983.

DE MARTONNE, E. Problemas Morfológicos do Brasil Tropical Atlântico. **Revista Brasileira de Geografia**. Rio de Janeiro: IBGE. n. 4, ano V, p. 3-26, 1943.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa agropecuária: **Monitoramento por Satélite**. Disponível em: <<http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br/download/index.htm>>. Acesso em: Dez. 2010.

ESPINDOLA, C. R. & DANIEL, L. A. Laterita e solos laterísticos no Brasil. **Boletim Técnico da FATECSPBT**, n.24, pág.21 a 24. Maio, 2008.

FARIA, A. de. **Estratigrafia e sistemas deposicionais do Grupo Paranoá nas áreas de Cristalina, Distrito Federal e São João d’Aliança – Alto Paraíso de Goiás**, 1995. Tese (Doutorado em Geologia) – Instituto de Geociência, Universidade de Brasília, Brasília, 1995.

FERRARI, J. A. **Deriva Continental e sucessão paleoclimática: Simulação das paisagens lateríticas da América do Sul e da África**, 1996, 129f. Tese (Doutorado em Geografia) – Instituto Astronômico e Geofísico, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1996.

FREITAS, R. O. Relevos Policíclicos na Tectônica do Escudo Brasileiro. **Boletim Paulista de Geografia**. São Paulo. v. 7, p. 3-19, 1951.

GOIÁS (Estado). **Mapa Geomorfológico do Estado de Goiás: Relatório Final**. Coord. Dr. Edgardo M. Latrubesse. Goiânia: Secretaria de Indústria e Comércio. Superintendência de Geologia e Mineração, 2005.

GUNNELL, Y. Topography, palaeosurfaces and denudation over the Karnataka Uplands, southern India. **Geological Society**, London, Special Publications, v. 120, p. 249-267, 1997.

IBGE – **Brasília** [material cartográfico]. Rio de Janeiro: IBGE, 1998. 1 mapa. (Carta Internacional do Mundo). Escala 1:1.000.000.

KING, L. A geomorfologia do Brasil oriental. **Revista Brasileira de Geografia**, Rio de Janeiro: IBGE. v. 2, n. 18, p. 147-265, 1956.

LEONARDI, F. A. **A relação dos perfis bauxíticos com as Superfícies Geomórficas do Planalto de Poços de Caldas SP/MG**, 2007, 156f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2007.

LI, J.W.; VASCONCELOS, P.M. Cenozoic Continental Weathering and its implications for the palaeoclimate: evidence from ⁴⁰Ar/³⁹Ar geochronology of supergene K-Mn oxides in Mt

Tabor, central Queensland, Australia. **Earth and Planetary Science Letters**. v. 200, p. 223-239, 2002.

LI, J.-W.; VASCONCELOS, P.; DUZGOREN-AYDIN, N.; YAN, D.-R.; ZHANG, W.; DENG, X.-D.; ZHAO, X.-F.; ZENG, Z.-P.; HU, M.-A. Neogene Weathering and supergene manganese enrichment in subtropical South China: An $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ approach and paleoclimatic significance. **Earth and Planetary Science Letters**. v. 256, p. 389-402, 2007.

MINAMI, M. **Using ArcMap**. ESRI: Redlands, 2000.

MORAES RÊGO, L. F. Notas sobre a Geomorfologia de São Paulo e suas Gênesis. **Boletim Geográfico**, Rio de Janeiro. n. 37, ano IV, p. 9-17, 1946.

NASCIMENTO, M. A. S. do. Geomorfologia do Estado de Goiás. **Boletim Goiano de Geografia**. 12(1), p. 1-22, 1992.

PARANHOS FILHO, A.C. **Análise Geo-Ambiental Multitemporal : O estudo de Caso da Região de Coxim e Bacia do Taquarizinho**. Tese de doutoramento. Curso de Pós-Graduação em Geologia - UFPR. 2000. 213 p.

PENTEADO, M. P. **Fundamentos de Geomorfologia**. 3ªed. Rio de Janeiro: IBGE, 1980.

PONÇANO, W.L.; ALMEIDA, F.F. de. Superfícies erosivas nos planaltos cristalinos do leste paulista e adjacências: uma revisão. **Cadernos IG/UNICAMP**, Campinas, v. 3, n. 1, p.55-90, 1993.

RADAMBRASIL. **Levantamento de Recursos Naturais Folha SD.23 Brasília: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra**. Rio de Janeiro: Ministério de Minas e Energia. Secretaria Geral, 1982, v. 29, 660 p.

ROSSETTI, D. F. Paleosurfaces from northeastern Amazonia as a Key for reconstructing paleolandscapes and understanding weathering products. **Sedimentary Geology**, v. 169, p. 151-174, 2004.

SANTOS, M.; LADEIRA, F. S. B. Tectonismo em perfís de alteração da Serra de Itaqueri (SP): análise através de indicadores cinemáticos de falhas. **Geociências**, v. 25, p. 135-149, 2006.

Silva, J. S. V. [et al...] **Projeto GeoMS: cobertura vegetal e uso da terra do Estado de Mato Grosso do Sul**. Campinas, SP: Embrapa Informática Agropecuária, 2011.

STRAHLER, A. N. Conceitos de Davis sobre o desenvolvimento dos declives examinados à luz das recentes investigações quantitativas. **Boletim Geográfico**. Rio de Janeiro. Ano 14, n.189, p. 861-864, 1965.

TWIDALE, C.R.; BOURNE, J.A. The use of duricrusts and topographic relationships in geomorphological correlation: conclusions based in Australian experience. **Catena**, 33, p.105-122, 1998.

VARAJÃO, C.A.C. As Teorias Geomorfológicas e a Evolução da Paisagem. **Revista Escola de Minas**, Ouro Preto, v.52, n.1, p.45-51, 1998.

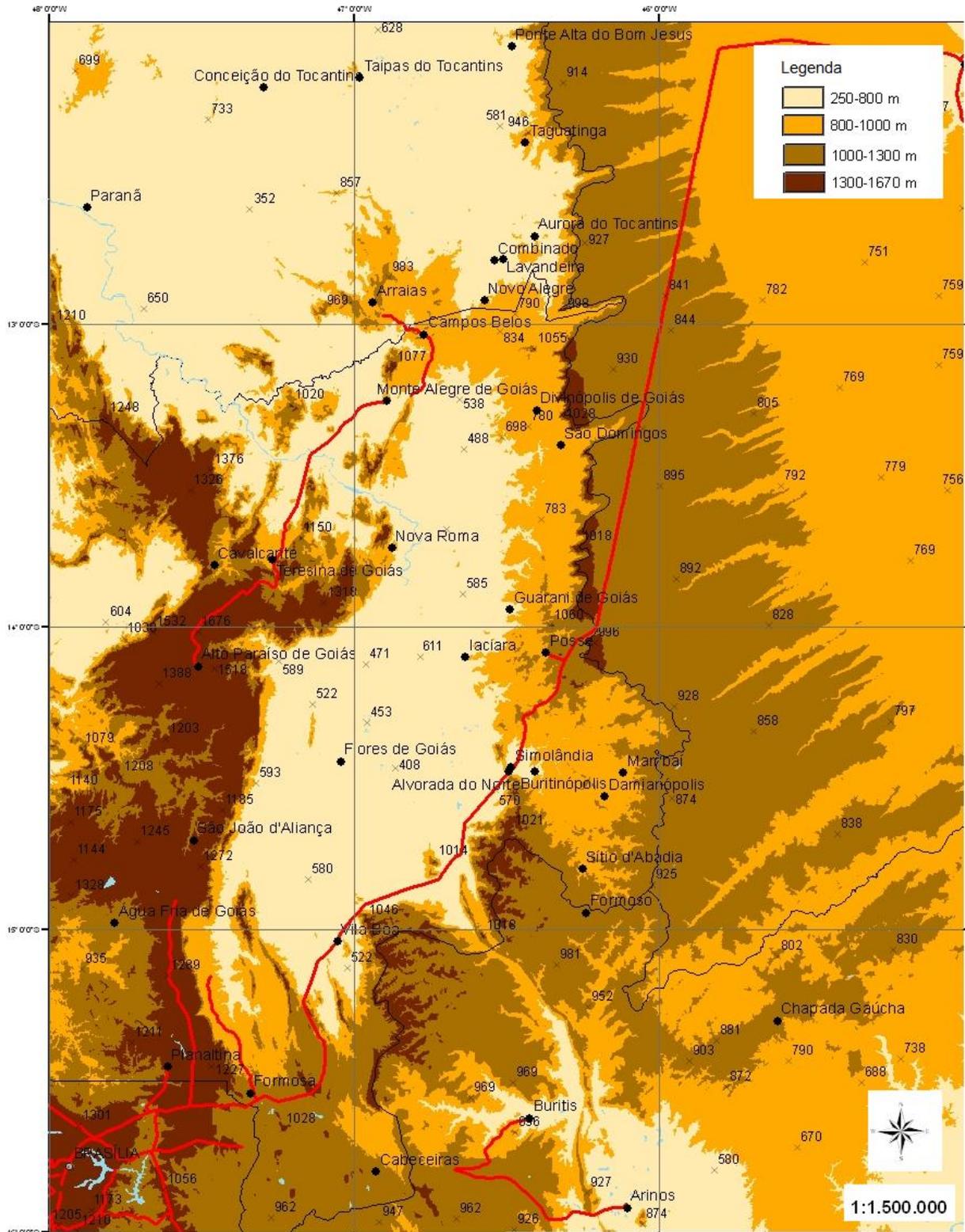
VENDEMIATTO, M. A. & ENZWEILER, J. Routine control of accuracy in silicate rock analysis by X-ray fluorescence spectrometry. *In: Geostandards and Geoanalytical Research*, v. 25, p.283-291, 2001.

WIDDOWSON, M. Tertiary and pré-Tertiary palaeosurfaces: recognition, reconstruction and environmental interpretation. **Journal of the Geological Society**, London, v. 152, p. 193-195, 1995.

8 - Anexos

Mapa 01

Mapa Planialtimétrico do norte de Minas Gerais e leste de Goiás a partir das cotas altimétricas defendidas por King (1956)



Mapa 02

Mapa das Superfícies Regionais de Aplainamento do norte de Minas Gerais e leste de Goiás a partir das cotas altimétricas defendidas por Latrubesse e pontos observado em campo (GOIÁS, 2005).

