

## **ANÁLISE E CORRELAÇÃO DOS ELEMENTOS**

A integração dos resultados constou de várias fases de análise e correlação dos dados. Inicialmente, a própria confecção dos mapas já revelava a correspondência entre os diferentes elementos, como o caso do mapa morfológico, onde verifica-se haver uma estreita relação entre os elementos relevo, geologia, vegetação e solos. Este último também é produto da composição dos mapas de drenagem, formas de relevo, vegetação e geologia. Em uma outra fase, confeccionaram-se perfis pedotopográficos, também extraídos dos mapas desses elementos mencionados. Esses perfis vêm demonstrar essa relação, quando definem compartimentadamente as formas de relevo, a geologia/substrato e os solos juntos em um transecto, buscando compreender o arranjo e a distribuição dos elementos. As amostras circulares, também demonstram esta integração/relação dos elementos, pois foram definidas e posicionadas a partir da própria drenagem, do relevo, da vegetação, substrato e dos solos.

Desta forma, para expressar a totalidade dos resultados alcançados, estes foram descritos e dispostos em planilhas (TABELAS 10, 11 e 12) que demonstram as individualizações de subcompartimentos, seguindo com análise e interpretação, para definir as relações existentes entre os elementos que compõem a paisagem. Para resumir e visualizar os elementos em um único

gráfico elaborou-se um perfil esquemático (FIGURA 30), com apenas os subcompartimentos mais representativos estudados e apresentados nas tabelas citadas. Nesse perfil, constaram os elementos cronologia, geologia, sistemas de relevo e formações superficiais, clinografia, solo e vegetação natural, além da altimetria e da disposição dos grandes compartimentos, sendo possível espacializar essas relações.

Como se vê na TABELA 10 e FIGURA 30, no planalto encontram-se em geral, os gnaisses com variações locais de inclinação dos bandamentos ou mesmo de textura, que imprimem velocidades de alteração diferenciadas, propiciando o desenvolvimento de perfis de solo com diferentes espessuras e profundidades (FOTOS 27, 28 e 29).

Nos morros paralelos altos, representados parcialmente pelo perfil pedotopográfico **G** da FIGURA 23, observa-se que o desenvolvimento de vegetação de mata arbórea de porte alto com muitos indivíduos emergentes no dossel, provavelmente ocorre em função da maior profundidade dos solos. Três amostras circulares, 14, 15 e 41 encontram-se nesse compartimento e o definem estatisticamente como homogêneo com relação a esses elementos.

Nos morros paralelos baixos, os solos alternam-se em função das rupturas de declive, demonstrados pelo perfil pedotopográfico **E** da FIGURA 22. Pela menor profundidade dos solos e de disponibilidade de água, desenvolve-se aqui, uma mata arbórea média (15 a 20 m) nos topos e altas vertentes, enquanto sobre solos mais profundos, nas baixas e médias vertentes, desenvolve-se uma mata arbórea alta (20 a 25 m). As amostras circulares 4, 16, 17 e 18 agrupam-se estatisticamente de forma a indicar a área como homogênea, representando essa unidade.

Os morros paralelos com planícies fluviais, verificado no perfil pedotopográfico **B** da FIGURA 18 e na pedotopossequiência 3 da FIGURA 28, apresentam vegetação que reflete diretamente os solos, à medida que se torna arbustiva de porte baixo quando sobre os solos hidromórficos, Gleissolo e Podzol e arbórea alta nos solos mais profundos. O material de origem e o posicionamento na vertente parecem influir no atributo profundidade do solo e disponibilidade de água, o que altera a fisionomia vegetal e a evolução dessa paisagem. Estatisticamente, as amostras circulares 5, 6, 7, 37, 38 e 39 representam a homogeneidade deste compartimento.

Relação semelhante é encontrada nos morrotes convexos baixos com topos convexizados, como mostrado parcialmente nos perfis pedotopográficos **A** e **D** das FIGURAS 17 e 20, onde se desenvolve uma mata arbórea alta, provavelmente em função da profundidade e disponibilidade de água. Nos topos aplainados, em solos rasos, pedregosos e quartzosos, sem apresentar hidromorfia temporária em horizontes subsuperficiais, ocorre apenas a instalação de vegetação de campo herbáceo com poucos arbustos esparsos. Nesse caso, a disponibilidade de água e nutrientes parecem ser os fatores mais significativos para o desenvolvimento da vegetação. Não foram estabelecidas amostras circulares que representassem integralmente esse compartimento e, as amostras 8 e 40 contemplam-no parcialmente, porém sem caracterizá-lo adequadamente; para isso, as amostras deveriam ser bem menores, o que inviabilizaria o procedimento.

O relevo de morros paralelos altos com topos convexos alongados estão parcialmente representados pelos perfis pedotopográficos **A** e **D** das FIGURAS 17 e 20. A disponibilidade de água aqui, é alta como em todos os subcompartimentos de relevo que apresentam solos Podzólico vermelho-amarelo e Cambissolo, pois sua morfologia aponta zonas de hidromorfia temporária nos subhorizontes, o que propicia uma vegetação de mata arbórea alta (20 a 25 m) com indivíduos emergentes no dossel. As amostras 10, 11 e 12 representam este compartimento como homogêneo estatisticamente, quanto aos elementos da paisagem. As amostras 8 e 40, representam apenas parcialmente este compartimento, apesar de integrá-lo estatisticamente com as amostras anteriormente citadas.

Os morros paralelos com topos convexos e alto fraturamento, parcialmente demonstrados pelos perfis **F** e **G** das FIGURAS 22 e 23 apresentam vegetação indicadora do desenvolvimento dos solos. Assim, a mata de porte médio (15 a 20 m) com copas emergentes, indicaria nos fundos dos vales principalmente, os solos pouco desenvolvidos em profundidade, enquanto a mais homogênea, de porte mais baixo situada nos topos e altas vertentes, os menos desenvolvidos. A amostra circular 13 individualiza este compartimento, isolando-o dos outros e tornando-o estatisticamente bem distinto dos demais.

Os morros alongados altos com topos convexos a angulosos são visualizados no perfil pedotopográfico **C** da FIGURA 19. Em declives superiores a 46%, ocorrem os solos Litólicos e Litossolos com afloramentos rochosos de granito e a vegetação restringe-se a formações saxícolas, musgos e líquens sobre os afloramentos e herbáceas esparsas nas exíguas camadas de solo. Verifica-se ainda, que sobre solos Podzólicos Amarelos rasos associados aos Regossolos substrato

pegmatito desenvolve-se uma vegetação de campo com pequenos arbustos esparsos, fatos relatados em subcompartimentos anteriores. Nos fundos de vale, com a maior disponibilidade de água, os solos Podzólicos e Cambissolos permitem a instalação de vegetação arbórea de porte médio a alto. As amostras circulares 1, 2, 3 e 9 aqui, individualizam bem o compartimento morfológico, admitindo predominância de solos rasos, porém, as subdivisões pedológicas que ocorrem, como descrito, não são detectadas estatisticamente.

Apesar do clima quente e chuvoso, o espessamento dos solos e a instalação de vegetação de porte mais elevado e denso são limitados provavelmente, pela declividade, material de origem mais rico em sílica em áreas restritas do planalto, pelo microclima e pela disponibilidade de água, que é maior nos vales, onde a vegetação atinge porte mais elevado e maior diversidade.

Essas mesmas questões podem ser percebidas na análise da TABELA 10 e FIGURA 30, onde os solos Glei e Podzol condicionam o estabelecimento de vegetação de porte arbóreo baixo e arbustiva. Os solos mais profundos, como os Latossolos, ocorrem em declividades baixas, propiciando vegetação de maior porte e densidade. Os solos de pouca profundidade (Litólicos, Cambissolos e Podzólicos rasos), ocorrendo em declividades acentuadas, propiciam o desenvolvimento de vegetação de porte arbóreo menor até campos. Esses campos com arbustos esparsos são aparentemente, condicionados pelos solos rasos e pedregosos, derivados do substrato pegmatito, enquanto a presença dos campos saxícolas está associada aos afloramentos graníticos em altitudes acima de 1.000 m.

Ainda no compartimento planalto, a ação morfogenética é bem evidenciada por seus subcompartimentos, diferenciados pelo grau de fraturamento (estrutura) e demonstrados pela densidade e padrão de drenagem que, no geral apresenta-se na forma de treliça.

O resultado da ação desses elementos propicia o estabelecimento de três grandes formas de relevo no planalto, de morros paralelos, de morrotes e de morros alongados.

Na escarpa, a análise da TABELA 11 e FIGURA 30 permite observar que a drenagem está associada a forte condicionamento estrutural, que imprime vertentes retilíneas íngremes, vales em V e interflúvios em crista (FOTO 30). Aqui, nas altas vertentes e interflúvios, a morfogênese, através da declividade excessiva e dos altos índices pluviométricos desencadeiam os processos de movimento de massa, indicados pelas cicatrizes de escorregamentos, exposição rochosa, solos rasos e coluviões, elementos marcantes na elaboração das formas. Essas cicatrizes apresentam vegetação às vezes de regeneração, revelando que nessas vertentes não há boas condições para a evolução e espessamento dos solos. As relações são demonstrados no perfil **H** da FIGURA 24; neste caso, as amostras circulares 19, 21, 42 e 43 definem bem as altas vertentes com

densidade de drenagem alta. Tais indicadores moldam um perfil côncavo com altas declividades para a escarpa e aspecto anguloso, não propiciando condições para o estabelecimento de vegetação mais exuberante em porte.

Nessas vertentes em geral, os solos alternam-se em função das rupturas de declive convexas, da declividade e do posicionamento topográfico, desenvolvendo-se uma vegetação de mata arbórea média a alta com indivíduos emergentes. São observados nos perfis pedotopográficos **H** e **J** das FIGURAS 24 e 26. Este subcompartimento é também individualizado e muito bem estabelecido estatisticamente, pelas amostras circulares 22, 23, 24 e 44. Ocorrem ainda, na média e baixa vertentes, áreas restritas de solos mais espessos como os Latossolos, onde a declividade permite esse desenvolvimento (patamares e áreas isoladas de coluviões), abrigando vegetação de porte elevado com indivíduos muito altos (acima de 25 m) e diâmetro de tronco até 1,3 m (FOTO 31).

Os coluviões nas áreas de agradação da escarpa, acompanham os rios principais em vertentes longas e fundos de vale estando associados aos Cambissolos e Podzólicos Vermelho-Amarelo por vezes espessos (FOTO 32) sendo representados parcialmente pelos perfis **H** e **J** das FIGURAS 24 e 26. As declividades aqui são menores em função do aporte de sedimentos e a vegetação caracteriza-se como mata arbórea média sem copas emergentes. Nesse caso, as amostras circulares 25, 26, 27 e 36 estatisticamente, revelam a homogeneidade do compartimento, apesar de a amostra 36 apresentar setores do compartimento planície litorânea. Provavelmente, esses coluviões não são recentes, pois os solos possuem horizontes definidos, aliado ao desenvolvimento de vegetação de porte arbóreo alto, porém sem grande diversidade de espécies, dando-lhes uma fisionomia mais homogênea.

Na planície litorânea (TABELA 12 e FIGURA 30) verifica-se grande diversidade de ambientes, sendo a seqüência de terraços marinhos, continentais e depressões bem evidenciadas pelo perfil pedotopográfico **I** da FIGURA 25 e pelas pedotoposeqüências 1 e 2 da FIGURA 27.

Nos sedimentos continentais, o lençol aflorante e o material originário definem o maior desenvolvimento da vegetação e sua especialização através dos solos hidromórficos de textura mais fina. Observa-se ainda, a ocorrência de vegetação transicional entre restinga e mata de encosta, em função do maior desenvolvimento dos solos, podendo ser visualizado em parte, nos perfis pedotopográficos **J** e **I** das FIGURAS 26 e 25 e na pedotoposequência 2 da FIGURA 27. As planícies fluviais são representadas pelas amostras circulares 34, 35, 36 e 45 e os sedimentos continentais pelas amostras 46, 47 e 48. Sobre os sedimentos de mangue, desenvolve-se vegetação especializada aos solos que aí ocorrem, Areias Quartzosas salinas caracterizadas pelas amostras circulares 31, 32 e 33. As zonas de turfeiras formadas por praticamente 100% de material orgânico de baixa decomposição, devido principalmente da ausência de oxigênio, ocupam antigas depressões (lagoas interiores) com profundidades que variam de 3 a 5 metros e estão associadas à vegetação de Caxeta (Paludosa) e taboa, extremamente especializadas ao ambiente permanentemente encharcados e nestes casos, extremamente ácidos.

Tais ambientes ocorrem em função do lençol de água aflorante ou subaflorante, aliados à forte ação da morfogênese, à composição dos sedimentos e ao constante fornecimento de matéria orgânica, que condicionam a formação e evolução dos solos e conseqüentemente, a instalação da cobertura vegetal. Assim, os solos e as formas de relevo, que dificultam a drenagem local, propiciam a formação de ambientes especializados e a instalação da vegetação paludosa (caxeta), de mangue e de várzea. Onde a drenagem não é confinada, a vegetação se diversifica, sobre solos mais desenvolvidos. Nessas áreas ocorre uma sucessão de vegetação de restinga, desde rasteira no contato com a praia até arbórea densa, desenvolvendo-se em função, principalmente, da profundidade das camadas de acúmulo de matéria orgânica e ferro em material arenoso, da oscilação do lençol freático nos terraços e da influência direta dos sais, ventos e insolação, no contato praial.

Nestes casos, o fornecimento de matéria orgânica, as elevadas temperaturas e o excedente hídrico durante a maior parte do ano parecem ser fundamentais no desenvolvimento dos solos. A morfologia local, com relevo quase plano e por vezes abaciado, permite o acúmulo desse material orgânico, sua quelação com outros elementos e translocação lateral e em profundidade, como observado nas pedotoposequências. Da mesma forma, o ambiente torna-se selecionador, fazendo com que a vegetação se especialize.

Os diferentes níveis de terraços marinhos encontrados, cordões recentes (2 m), terraços marinhos baixos (2-5 m) e terraços marinhos altos (5-7 m) e camadas contínuas e espessas de ortstein, a 4-5 m de profundidade, indicam evolução com Podzolização intensa em passado próximo o que possivelmente, coincide com o nível de rebaixamento da última regressão marinha (5.000 anos aproximadamente). As planícies de sedimentação continental, envolvendo setores entulhados com diversos níveis de horizontes enterrados demonstram deposição de pequena energia (material fino), ao passo que os setores preenchidos por níveis de cascalho e seixos grosseiros, evidenciam ter havido deposição de torrente ou no mínimo de forte energia de transporte, sendo indicadores de condições climáticas e pedológicas distintas das atuais.

Geneticamente, podemos dizer que para a evolução e formação dos podzóis, os principais agentes atuantes são o excedente hídrico e a temperatura elevada durante a maior parte do ano, que promovem uma rápida humificação da matéria orgânica e quelação com o ferro transportando esses elementos lateralmente e em profundidade. A acumulação desse material ocorre pela precipitação do ferro e seus complexos formados com a matéria orgânica, quando do encontro com o lençol de água. Isso pode ser notado, pela formação de pequenas lamelas de crostas ferruginosas em zonas de flutuação do lençol, com acumulação posterior de material orgânico sobre essa camada ou mesmo concomitantemente. Essas indicações podem ser confirmadas por meio do exame detalhado das pedotoposequências 1 e 2, na planície litorânea, que indicam a seqüência de formação dos solos (Podzol, Orgânico e Glei), em diferentes materiais de origem.

Tais resultados propiciaram afirmar ainda, que as formações marinhas arenosas antecederam a sedimentação continental, criando condições para que esta ocorresse em uma depressão à retaguarda de um feixe de restinga, provavelmente o mais antigo, como foi detectado na pedotoposequência 2. A evolução pedológica do tipo Podzol, com a formação de um horizonte Bh, iniciou-se quando o nível do lençol freático encontrava-se mais baixo (regressão marinha) através de sua oscilação, o que propiciou a precipitação dos compostos humo-férricos e, talvez, contemporâneo da formação do horizonte turfoso das páleo-várzeas nos solos Glei. No contato com o sedimento continental o soterramento de horizontes turfosos por sedimentação siltico-argilosa, poderiam indicar páleo-várzeas.

Nos subcompartimentos da planície podemos dizer que, a oscilação do lençol comandada pela maré, o substrato e a presença de matéria orgânica ácida, definem solos que condicionam microambientes e comandam o estabelecimento dos diferentes portes e diversidade da vegetação. Aqui, as amostras circulares pouco contribuíram para o estabelecimento de relações entre tipos pedológicos, unidades geológicas, morfológicas e de vegetação, devido aos atributos da rede de drenagem, pois são os diretamente medidos e comportam-se de forma homogênea nessa escala de trabalho. Neste caso, a fotointerpretação e os trabalhos de campo foram decisivos na individualização dos compartimentos e no estabelecimento das relações.

Os morros isolados ocorrem também nesse compartimento, recobertos por solos Cambissolo e Podzólico sob mata arbórea média com copas emergentes. Nas altas vertentes íngremes a vegetação perde em porte, em função da disponibilidade hídrica e da profundidade dos solos, mais rasos, comportando-se de forma geral como nas vertentes da escarpa.

A constituição geral da planície litorânea mostra seqüências de deposição arenosa marinha, sedimentos continentais e material orgânico, que imprimem desenvolvimentos pedológicos aparentemente independentes e indicam seqüências cronológicas de formação.

Nota-se que os tipos de solos encontrados estão intimamente relacionados ao material geológico que, na porção oriental da planície do Guaratuba, caracterizam uma larga faixa dos feixes de restinga, com zonas embaciadas de acúmulo de material orgânico acompanhando de forma geral, a linha de costa atual e, na sua retaguarda até o sopé da encosta da Serra, uma faixa mais estreita de depósitos continentais que a leste, acompanham o curso do rio Guaratuba em direção ao mar até encostarem no morro isolado que fecha essa parcela da planície. Por sobre essa deposição continental, flúvio-lacustre e na desembocadura do afluente do rio principal, ocorrem sedimentos mais recentes, alúvio-coluviais.

•  
• •  
Na análise e interpretação dos dados dos compartimentos e subcompartimentos dessa bacia, partiu-se de alguns pressupostos. A evolução dessas



paisagens foi condicionada inicialmente por uma ação tectônica, que comandou a ação da rede de drenagem através da estrutura e xistosidade geológica, demonstradas pelos lineamentos de fraturas e falhas, indicados pela drenagem e geologia. A morfogênese concomitantemente atuou e vem atuando por meio da ação fluvial, principalmente nas linhas de fraqueza das rochas, sendo sua atuação de forte energia evidenciada pelos entalhes dos vales em “V”, cicatrizes de escorregamento, exposições rochosas e depósitos de colúvios. A pedogênese vem agir na alteração do material de origem acompanhando a morfogênese.

As formas das paisagens atuais são portanto, resultados de diversas ações e inter-relações que indicam uma profunda interdependência dos elementos que a compõem em intrínseca rede de troca. Assim, depois da estrutura geral do relevo dada pelas linhas de falhas e fraturas (tectonismo, indicado pela drenagem e geologia), a intensa lixiviação de elementos (representada pelos solos ácidos, tendo como indicadores localizados o ferro e a matéria orgânica), provocada pelo excedente hídrico e elevadas temperaturas, vegetação que fornece matéria orgânica ácida, aliada à atividade biológica, tornam-se as responsáveis pelo refino da modelagem do relevo, via alteração dos solos.

Atualmente, encontra-se um forte desequilíbrio entre o perfil hídrico e o perfil de solo, principalmente no planalto, não havendo correspondência entre eles. Esse fato é notado pela circulação vertical subsuperficial deficiente (baixa porosidade, textura fina média a argilosa), a ponto de praticamente todos os solos com horizontes tipo Bt, Podzólicos, ou Bi, Cambissolos, apresentarem hidromorfia temporária, no topo do horizonte subsuperficial visível pelo mosqueamento. Essa circulação vertical subsuperficial deficiente diminui a atividade biológica e deixa o ferro disponível para formar complexos com a matéria orgânica. A ação das frações ácidas da decomposição da matéria orgânica, a temperatura elevada e a umidade excessiva são os motores para o abaixamento do pH que lixiviam as bases, desequilibrando as argilas pela dissociação do ferro. As argilas são desestruturadas e destruídas, com liberação de alumínio e lixiviação de sílica pois não foram encontrados indícios de sua migração, como presença de revestimentos de estruturas ou grãos de areia. Os teores de carbono orgânico, sempre elevado em superfície ao longo de toda a bacia e valores expressivos em subsuperfície indicam importante papel na evolução e formação dos solos e, conseqüentemente das paisagens.

Tais indícios remetem ao perfil pedotopográfico **B** e à pedotoposeqüência 3 do planalto, que mostram como exemplo, o solo em meio ácido com horizonte Bh e Bhs de dissociação do ferro. Anteriormente estaria ligado às argilas ou aos minerais primários, que migraram com matéria orgânica e se acumularam nos horizontes subsuperficiais Bh e Bs. Essa acumulação se dá por meio da oxidação do ferro, em virtude da oscilação do lençol freático. Por outro lado, a ação biológica que age na compartimentação da matéria orgânica ocorre em meio não saturado, o que implicaria oxigenação do perfil de solo (relação textural ou estação mais seca que atual). Hoje essa umidade é constante, não propiciando tais condições.

Ocorre aí, uma evolução pedológica de transformação pelo avanço da hidromorfia formando o solo Glei em detrimento do Podzol. Aparentemente, essa evolução do solo Glei é dependente de canais de drenagem superficial, enquanto a do Podzol dependeu da disponibilidade de matéria orgânica e da porosidade e sua diferenciação para migração e acúmulo. A morfologia desta seqüência evidencia que a hidromorfia está desagregando a crosta de ferro e de matéria orgânica reduzindo-as, sendo as camadas ferruginosas pouco mais resistentes à desagregação que às de matéria orgânica. Notam-se várias camadas de acumulação de ferro e matéria orgânica, revelando diferentes níveis de lençol para essa formação (novamente, condições de umidade distintas das atuais). Os solos aqui, desenvolveram-se indiferentes às modificações dos materiais (seixos e gnaisses) mas dependentes dos ambientes sucessivos, relacionados à presença de vegetação florestal densa (matéria orgânica ácida) e de clima quente e úmido, provavelmente com estação seca de início (formação do Podzol) seguido de clima sem estação seca, solo saturado (aumento da umidade - Gleização), cedendo lugar ao Glei.

Dessa forma, pode-se dizer que no compartimento planalto, os solos formaram-se em períodos que apresentavam condições climáticas distintas das que ocorrem hoje, provavelmente com menor disponibilidade de água ou ainda com estações marcadas ou melhor definidas. Nas condições atuais, esse excesso de água acentua os processos morfogenéticos e pedogênicos e o desequilíbrio entre o perfil hídrico e o pedológico, tendendo à destruição das argilas e lixiviação dos elementos.