

ZONEAMENTO GEOAMBIENTAL COMO SUBSÍDIO À ANÁLISE DOS INDICADORES AMBIENTAIS NAS ÁREAS DE DUTOS: CARACTERIZAÇÃO GEOQUÍMICA E MINERALÓGICA DAS FRAÇÕES FINAS DAS COBERTURAS DE ALTERAÇÃO INTEMPÉRICAS

Patricia Lupi Guimarães¹ (UNESP-Rio Claro/ Planthae Consultoria Ambiental) , Jairo R. Jiménez-Rueda² (Unesp-Rio Claro), Juércio Tavares de Mattos³ (Unesp- Guaratinguetá), Elias Carneiro Daitx² (Unesp- Rio Claro), Cristiane Alessandra de Moura² (Unesp-Rio Claro), Juliano O. M. Coelho² (Unesp- Rio Claro)

¹patricia@planthae.com.br

²jairorjr@rc.unesp.com.br

³juercio@feg.unesp.br

O zoneamento geoambiental, executado no Vale do Paraíba do Sul em sua porção paulista visou subsidiar a análise de indicadores ambientais em áreas de instalações de dutovias. Desse modo há a necessidade de um mapeamento das formações superficiais da área. Traduzindo a adaptação do material às novas condições do meio. A análise geoquímica e mineralógica destas formações é uma ferramenta muito útil para a verificação da estabilidade do terreno, comportamento de fluido percolador e evolução intempérica das formações superficiais. Outro fator importante é o padrão estrutural atuante na região, gerando altos e baixos tectônicos motivando diferentes graus de intemperismo e originando falhamentos propícios à percolação de fluidos. Isto permite a caracterização dos tipos de processos que ocorrem sobre os materiais originários. Portanto, se estabelece a relação de estabilidade natural do terreno, em função das características físico-bio-climáticas paleo/atuais e seus condicionantes e capacidade de suporte para implantação em obras lineares de engenharia. A área em estudo esta inserida em parte na Faixa Ribeira (Neoproterozóico), constituída por litotipos do embasamento de origem metassedimentar, e sobre os sedimentos cenozóicos da Bacia de Taubaté. Nesse contexto geológico, a alteração, de ambos os materiais favorece o desenvolvimento de minerais de composição mono/bissialíticos do tipo montmorilonítica/esmectítica. Sendo esta grande influenciadora no comportamento do solo quando percolado por um fluido, adsorvendo o mesmo, convertendo-se num regulador de maior ou menor capacidade de degradar, conduzir e reter os efluentes. Este fenômeno está ligado ao clima da região, concomitantemente com a morfologia local, pela influenciando nas condições pedogenéticas dos perfis soterrados que apresentam colóides bissialíticos dominantes. Estas características são bem definidas pela análise em difração e fluorescência de raios-X, onde são verificados os conteúdos percentuais, mineralógico e químico, respectivamente. Este material também gera escorregamentos de solos e a formação de fendas por dessecação e hidratação do material por meio de expansão e contração.

1. zoneamento geoambiental, 2.geoquímica, 3.argilominerais, 4.difração de raios-x, 5.dutovias.

1. INTRODUÇÃO

Toda obra de engenharia requer um estudo adequado do meio físico, que permita a instalação, execução e manutenção de obras lineares enterradas. Isto requer um estudo apurado e sistemático do comportamento da rocha subjacente (litotipos), feições estruturais (falhas e fraturas), aspectos climáticos e fisiográficos da paisagem, assim como deve-se estabelecer as interações no solo (composição), pois tais aspectos têm relação direta com os fatores de instabilidade do mesmo. Nesse contexto, o zoneamento geoambiental constitui um método adequado para a avaliação do meio físico (Jiménez-Rueda *et al*, 1989), sendo baseado na caracterização regional do ambiente, por meio da análise interdisciplinar das condições geológicas, climáticas, fisiográficas, biológicas, pedológicas e sócio-econômicas de uma determinada região. O diagnóstico zero é utilizado para compreender a problemática da área, possibilitando fornecer subsídios científicos ao uso e manejo adequado do terreno, mediante o levantamento de estudos já existentes do mesmo, facilitando com isto, estabelecer as prioridades de complementação de estudos, redirecionando-se para uma análise diferencial focando áreas com obras lineares, tais como dutovias.

Assim, selecionou-se a área onde se encontra a dutovia Campinas-Rio de Janeiro na região do Vale do Paraíba do Sul, estado de São Paulo. Esta obra de engenharia, com extensão aproximada de 170 km, está situada entre as serras do Mar e da Mantiqueira, onde a ocorrência de desmoronamentos é freqüente.

Desse modo, este estudo, em particular, analisou as características da fração fina do solo e das formações superficiais com intuito de determinar a influência, bem como, a ocorrência de processos geológicos e geomorfológicos superficiais (erosões, escorregamentos, rastejos, etc.) e sua influência em áreas de dutovias instaladas. A composição dessas formações superficiais, por meio da técnica de difração de raios-x (Rezende *et al*, 2005), auxilia no entendimento dos processos exógenos atuantes, relevante à instalação e monitoramento da referida obra, podendo indicar locais mais ou menos propícios à manifestação dos processos erosivos.

A principal motivação para a execução do projeto foi o desenvolvimento de novas técnicas, por meio da aplicação da sistemática de trabalho do Zoneamento Geoambiental. Os conhecimentos desenvolvidos devem prestar subsídio ao planejamento do setor de óleo e gás, no que diz respeito às dutovias e demais obras lineares enterradas.

Ressalta-se que este projeto constituiu parte do estudo de zoneamento geoambiental da dutovia Campinas-Rio de Janeiro, subsidiado pela Agência Nacional do Petróleo (ANP), por intermédio do Programa de Recursos Humanos PRH-05, Grupo de Trabalho (GT-03), da UNESP (Rio Claro). O referido grupo teve como temática o estudo do comportamento do meio físico em áreas de influência de dutos. Portanto, os resultados geraram uma carta de capacidade de suporte da região em questão.

1.1 LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE TRABALHO

A área de trabalho do projeto em pauta está localizada na porção paulista do Vale do Paraíba do Sul, sudeste do Estado de São Paulo, entre as serras do Mar e da Mantiqueira, como pode ser observada na figura 1. Nesta região, encontra-se instalado parte do duto que liga as cidades de Campinas (SP) e Rio de Janeiro (RJ). Este gasoduto atravessa a região longitudinalmente, acompanhando o rio Paraíba do Sul cruzando-o nas proximidades da região do município de Taubaté.

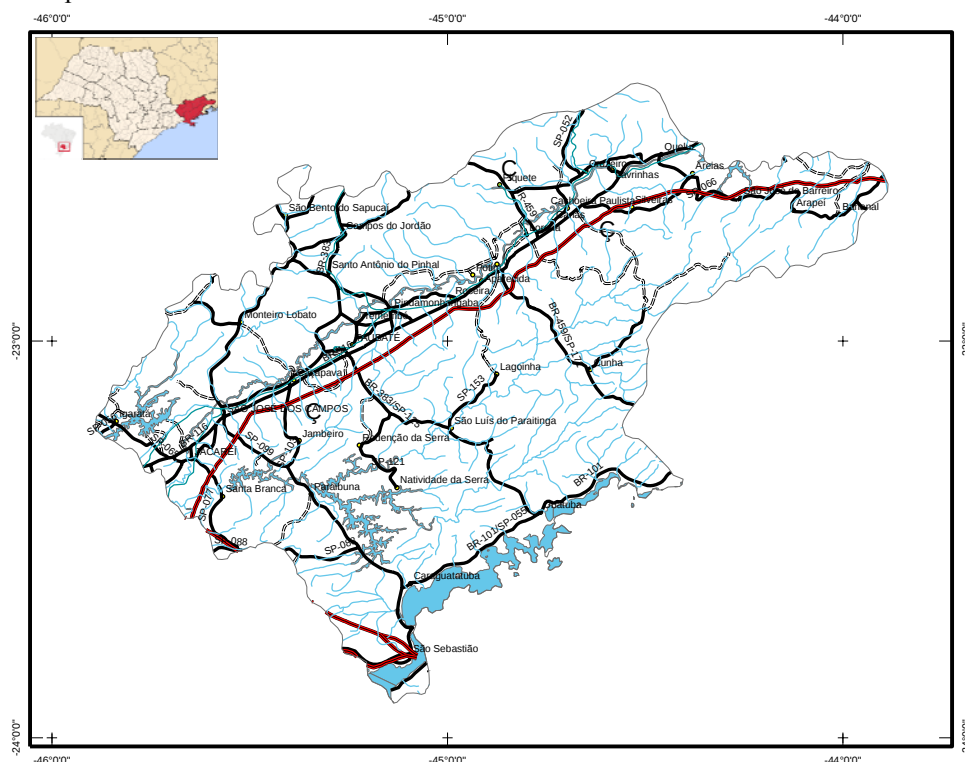


Figura 1: Mapa de localização da dutovia Campinas-Rio de Janeiro, com seu traçado em vermelho mostrando a sudoeste sua vergência para o litoral paulista e suas refinarias.

Nesse traçado, o duto atravessa diversos municípios do Estado de São Paulo. A principal rodovia da região é a BR-116 (Via Dutra) que acompanha, paralelamente, o rio Paraíba do Sul. Porém existem outras vias importantes de acesso a área destacando-se a BR-459, BR-383, SP-099, SP-066 e SP-153.

1.2 OBJETIVOS

O objetivo principal da pesquisa ao longo deste trecho do gasoduto foi conhecer a composição e entender o comportamento das formações superficiais, por meio de análises das frações finas do solo, subsidiado por estudos geológicos e estruturais, tendo assim como objetivos específicos:

- Compilar os lineamentos regionais existentes na área;

- Descrever as principais litologias e analisar o seu aspecto geométrico;
- Determinar e caracterizar os perfis de alteração;
- Observar e determinar as direções preferenciais dos processos erosivos na área;
- Caracterizar a composição química e mineralógica da fração argila dos solos;
- Estabelecer os fatores e processos na evolução pedogenética dos perfis de alteração e sua relação com a instabilidade e/ou estabilidade do solo;
- Confeccionar cartas temáticas orientativas como subsídio a implantação de dutovias;

2. REVISÃO DA LITERATURA

Foi efetuada uma minuciosa revisão bibliográfica a respeito dos métodos utilizados na execução de um zoneamento geoambiental, e selecionados como base referencial os trabalhos de Ohara (1995), Rodrigues (2000), Paula (2002) e Ohara *et al* (2003), onde é colocada de forma adequada a importância do conhecimento do meio físico de forma global, no desenvolvimento de trabalhos de cunho aplicado como este que aqui se apresenta, onde principalmente Ohara (1995) deixa clara a importância das correlações entre os diversos componentes da paisagem para uma adequada utilização das coberturas de alteração intempéricas. Contudo sabe-se que estes trabalhos estão mais relacionados ao desenvolvimento da pesquisa formal e/ou aplicado para uso e ocupação do solo. Porém, o que apresentamos aqui é algo que visa um real auxílio quanto ao manejo ambiental em áreas dutoviárias.

Feito este levantamento, buscou-se analisar a região de trabalho quanto a sua fisiografia com trabalhos de Almeida (1964) e IBGE (1995a), conhecendo assim o modelamento da paisagem e compreendendo como é feito um levantamento geomorfológico tradicional. Com isto foram verificadas as grandes diferenças de altitude, relevo e comportamento fisiográfico local, apresentando desde planícies até morros altos, com mais de 1.200 m de altitude de vertentes com formas geralmente convexas ou côncavas. A geologia também foi abordada em variados aspectos, com obras literárias que apresentam um embasamento teórico considerável, estando entre eles Sadowski (1974) com uma forte base tectônica regional, onde são identificados os grandes falhamentos regionais de direção NE-SW, os quais se apresentam cortados por outros menos proeminentes em direção perpendicular a primeira, agora sendo NW-SE. Também se utilizou dados de Hasui e Ponçano (1978), Petri e Fulfaro (1983), Hasui (1989), onde podemos observar tanto fatores formacionais, como a divisão e limites entre a bacia de Taubaté e o Cinturão Orogênico e suas respectivas rochas, desde sedimentares, dentro da bacia composta pelas Formações Tremembé e Caçapava, compondo um pacote de mais de 570 m de espessura, quanto metamórficas em sua maioria gnaisses, sendo para e orto-gnaisses. Outros fatores como o efeito orográfico regional (Conti, 1975) foram levados em consideração, foi quando verificou-se que não somente os efeitos climáticos (Monteiro, 1976 e Nimer, 1989) tinham influência sobre a formação das coberturas de alteração intempéricas (Oliveira, 1999), mas, a geração de solos diferenciados (EMBRAPA, 1999) é também controlada pela movimentação neotectônica, conforme Hirimura *et al* (2001) e Hernández (1994) em seu curso de neotectônica onde ele aborda situações de movimentação de solos, através do reconhecimento das discordâncias laterais nos mesmos. Na área pode-se observar vários pontos onde falhamentos atingiam o solo e suas camadas encontravam-se em discordância com as demais. Sobre estes últimos, fez-se um estudo adequado, porém com mais detalhe e minuciosidade, desde uma visão macroscópica, baseando-se em trabalhos do IBGE (1995b) e SNPA (1960) com mesclas de análise mais aprofundada visando uma classificação diferenciada, até as porções mais finas, como argilas e colóides, identificando seu comportamento e conjunto de processos que vieram a gerar cada horizonte analisado (Nahon, 1991). Estudos sobre latossolos, como estão classificados a maioria dos solos da região não puderam ser considerados confiáveis, uma vez que em campanha de campo apenas se consideramos a coloração classificaríamos aqueles solos como latossolos, mas quando observamos textura, composição e principalmente seu comportamento em sua fração fina percebemos que os mesmo seriam mais bem denominados de cambissolos e argissolos.

3. METODOLOGIA

Os procedimentos adotados neste trabalho incluem inicialmente revisão bibliográfica, análise de imagens de satélite Landsat 7, para a caracterização da região quanto ao contexto geológico e estrutural, fisiografia, climatologia e pedologia. Após este levantamento foi delimitada a área de influência da obra dutoviária, em consenso com o grupo composto de participantes do GT – 03 do PRH-05, com 10 km para cada lado do duto. Assim realizou-se um diagnóstico zero da área delimitada e verificaram-se os problemas do meio físico, mais frequentes na região de influência que estão relacionados a qualquer uma das características estudadas, ou mesmo que possam vir a surgir em decorrência de movimentação de terreno causando danos ao duto.

Durante a execução do diagnóstico zero são definidos e priorizados os levantamentos do meio físico, como litologia e sua estruturação (Heilbron, 2004), geomorfologia local (Ross e Moroz, 1997) e comportamento climático, que influenciem na estabilização do terreno. Isto prepara e facilita uma campanha de campo para uma

nova verificação e comprovação dos estudos realizados no diagnóstico. Nos pontos de maiores incidências de estruturas erosivas, são coletadas amostras de todos os horizontes do solo, bem como é feita uma descrição no local. Nas amostras efetuam-se análises de difração de raios-x, da terra total, moída até atingir um tamanho de 50µm, adequado para moldar no porta-amostra. Utilizou-se uma leitura com espaçamento de 0 a 700, com ângulo de 2θ, assegurando desta forma a caracterização dos minerais constituintes do esqueleto e das frações finas (plasma) e da proporcionalidade na amostra, em especial desta última fração. Estas caracterizações permitem estabelecer relações paleogeográficas, paleoclimáticas e/ou paleoecodinâmicas da área em estudo, como também entre seqüências pedoestratigráficas, o que por sua vez facilita correlacionar e definir em que momento da evolução se encontra esta paisagem. Isto é possível devido à propriedade destes minerais só conseguirem neoformar-se e tornar-se ligeira, moderada ou fortemente organizados, quando atingirem um determinado nível de cristalinidade, por estar em determinado momento do desenvolvimento da paisagem, caracterizando um equilíbrio ou desequilíbrio termodinâmico/físico-químico.

Com a compreensão da evolução da paisagem e do clima que originou os minerais argilosos presentes na região, ou seja, confirmadas as polisseqüências pedogênicas, que caracterizam esta área e evidenciam suas condições climáticas, conseguimos compreender como tais plasmas originaram estas seqüências, permitindo assim concluir quais os condicionantes principais que podem vir a gerar uma baixa capacidade de suporte do terreno e qual o comportamento atual das mesmas em caso de percolação de fluidos, contaminantes ou não. Pode-se então, com isto, orientar-se na ocupação e nas técnicas de intervenção para minimizar ou mesmo evitar os impactos ambientais. Esta orientação é executada em forma de uma carta temática de capacidade de suporte, a qual leva em consideração, como parte mais importante a fração fina do solo, contudo não desconsiderando os demais resultados obtidos, visto que a análise é efetuada na fração total do solo. Assim, os dados obtidos são então, relacionados, para a verificação da composição dos perfis analisados e em quais horizontes os processos erosivos são desencadeados. A composição litológica, a relação climática e a fisiografia da região são de grande importância nesta fase, devido a sua relação pedogenética com a evolução das formações superficiais. Isto resulta em um mapa de maior ou menor estabilidade do terreno, em todo o percurso da dutovia, gerando então a denominada carta de capacidade de suporte do meio físico para instalação e manutenção de dutovias, sendo que estes resultados de análise pedogenética servem, no banco de dados em SIG, para a execução de planos de contenção em casos de vazamentos do material transportado pela obra dutoviária.

Deve ressaltar-se que esta carta apresentada ao final deste trabalho é relacionada a este tipo de obra dutoviária, não sendo indicada para uso em obras de maior porte como, por exemplo, edificações verticais.

4. RESULTADOS

A associação litológica observada no diagnóstico zero, como a biotita-gnaiss e os sedimentos da Formação Tremembé gera mantos de alteração argilominerálicos com composição essencialmente mono/bissialítica e minerais como montmorilonita e esmectita. Isto pode ser confirmado analisando-se os resultados obtidos pela difração de raios-x, do material coletado nos pontos selecionados. Os principais processos erosivos ocorrentes na região são movimentos de massa representados principalmente por escorregamentos de encostas (figura 2), ocorrendo também ravinas, solapamentos e voçorocas.



Figura 2: A esquerda observamos um deslizamento planar com alto ângulo de inclinação e direção SE-NW. Na foto da direita vemos um escorregamento de pequeno porte com amplitude próxima dos 12 m.

Os escorregamentos de massa apresentam direções preferencialmente NW – SE. Esta direção faz parte de uma dupla de direções que se cruzam quase perpendicularmente, sendo a outra NE – SW, e ambas apresentam alto mergulho, em média 85°, que acompanham falhamentos e fraturamentos comuns na região. Algumas

foliações com mesma direção e mergulho dos movimentos de massa podem ser observadas em campo e associadas a estes escorregamentos, devido a sua composição micácea e alto ângulo de mergulho permitindo a percolação de águas pluviais que geram o deslocamento do material rochoso e terrígeno, quando estas fluem pelas fendas, fraturas e foliações.

Entre os problemas apresentados acima ocorrentes em maior escala na região, que influem na desestabilização da dutovia, notou-se durante a execução deste trabalho, os movimentos de massa, como os escorregamentos de encostas e os “cachimbos”, sendo que estes processos erosivos podem ser encontrados em vários locais, no percurso do duto, apresentando erosões, de diversas proporções, geralmente variando entre 1 a centenas de metros. Estas últimas estruturas erosivas podem ser observadas na figura 3, sendo movimentos de massa que são causados pela percolação de fluidos, águas pluviais principalmente no início do período chuvoso, nas fraturas e fendas, gerando um turbilhonamento do material no encontro de duas ou mais direções das mesmas, removendo e desagregando partículas no solo sub-superficial. Desse modo, ocorre uma desestabilização do terreno provocando o colapso do material superior, ou seja, um solapamento.



Figura 3: Ravina de grande porte, chamada regionalmente de cachimbos pela sua forma e processo erosivo com turbilhonamento de águas meteóricas e desagregação do material subjacente, causando desabamento dos horizontes superiores.

A composição da fração fina do solo foi analisada por meio de difração de raios-x e co-relacionada com os perfis de solo, com forma de apresentação simples como mostra a figura 4. Assim podemos identificar quais os tipos de formações superficiais são observadas na região. Percebe-se então que a região é caracterizada pela ocorrência de horizontes vérticos, com mais de 30% de argila (Oliveira, 2005), sendo que estes apresentam argilas com atividade alta e composição com alto teor de saturação em bases. Este material facilita a ocorrência de fendas profundas nos solos, geradas durante o período da seca por contração dos argilominerais, conseqüentemente durante o período chuvoso ocorre expansão destes mesmos argilominerais. A formação, bem como a morfologia destas fendas é um fator decisivo na determinação da estabilidade/instabilidade do terreno, sendo quanto mais profunda mais instabilizante, quando as duas direções estruturais se encontram, ou são muito profundas, ou mesmo ocorre alguma discordância lito-pedológica.

A estabilidade fica comprometida quando a percolação de fluidos apresenta uma alta condutividade hidráulica, o que ocorre geralmente no período da seca ou no início do período chuvoso, onde o sistema de fendas ainda encontra-se abertos, redirecionam os fluidos por seus condutos. A espessura destas coberturas varia de acordo com o quadro estrutural da área (Jiménez-Rueda et al, 1989), onde se tem maior espessura em altos estruturais, sendo então menores em seus baixos.

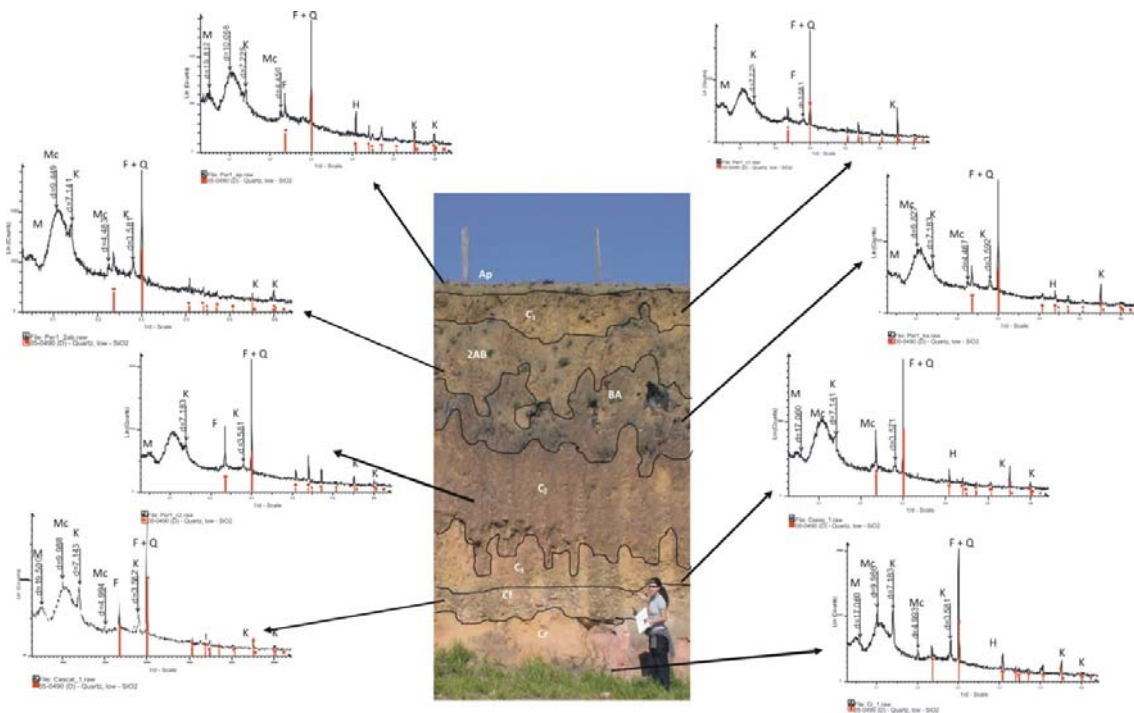


Figura 4: Perfil de solo Neossolo Flúvico Regolítico que apresenta na porção superior (Ap e C1) fendas e fraturas abertas. O cruzamento das duas direções de fraturas gera a desestabilização do solo e, conseqüentemente, os movimentos de massa na forma de prismas.

A carta que se apresenta a seguir é produto de um estudo integrado entre os dados e observações aqui citadas, sendo gerada a partir da inter-relação dos fatores fisiográficos, climáticos, pedológicos, litológicos e uso do solo. A associação litológica esta relacionada a fisiografia e ao clima visto que o relevo reflete a composição e estruturação do material litológico assim como os perfis de solo são gerados a partir de todos estes fatores em conjunto, tendo para cada tipo de relação um tipo de comportamento do meio físico.

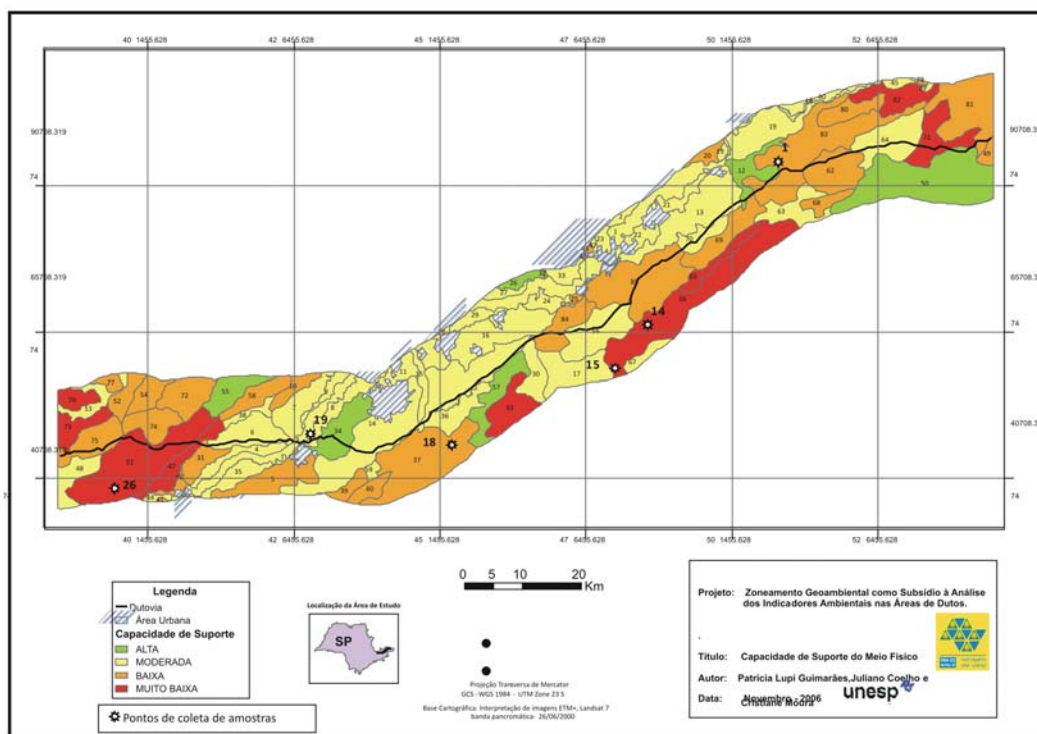


Figura 5: Carta de capacidade de suporte da região delimitada com 10 km de cada lado da dutovia Campinas-Rio de Janeiro localizada ao centro da figura identificada na cor preta.

5. CONCLUSÃO

Os resultados aqui apresentados constituem a observação de campo conjuntamente com a análise do diagnóstico zero associado e corroborado pelos dados de difração de raios-x. Estes fatores associados aos dados climáticos geraram uma carta de capacidade de suporte do meio físico, como pode ser observada na figura 5, para a manutenção, instalação e monitoramento de obras dutoviárias, bem como os dados composicionais dos perfis de alteração analisados, servem de subsídio à execução de planos de contingência em casos de vazamento nos pontos considerados como de baixa capacidade de suporte de acordo com o comportamento das formações superficiais.

As fendas observadas na região são causadas pelo ressecamento e expansão de minerais argilosos, como a montmorilonita, visto que este material encontra-se em todos os perfis de solos analisados, como podem ser observados nos difratogramas de cada perfil. Este ressecamento e expansão periódica é consequência do clima da região com dois períodos marcantes, um seco e outro chuvoso.

A veracidade desta hipótese se dá através dos resultados obtidos nas análises de raios-x comparando com os perfis característicos das regiões mais problemáticas. Contudo, vale ressaltar que as direções desta fendas são as mesmas da estruturação de solos e rochas da região. Sendo então, as regiões de cruzamento destas, considerados locais de alta fragilidade. Outros problemas também são frequentes na região como ravinamentos e voçorocas de grandes dimensões.

Esta carta de capacidade de suporte, foi executada utilizando-se quatro classes de capacidade de suporte: alta, moderada, baixa e muito baixa. Estas classes são consideradas de utilidade relativa, ou seja, foram efetuadas de acordo com a necessidade de suporte para instalação de uma obra dutoviária, não sendo adequado o seu uso para obras de maior porte ou que exijam um comportamento diferenciado do meio físico. Esta carta indica os pontos que devem ser monitorados para evitar problemas futuros. Bem como as análises dos perfis servem para execução de planos de contingência, pois indicam o comportamento dos principais minerais componentes dos horizontes, assim como indica a direção das fendas e fraturas indicando o caminho de um fluido percolador, contaminante ou não. Os planos de contingência podem apoiar-se nestes dados visto que a composição das formações superficiais que abrigam a dutovia reflete o comportamento do meio, como em uma época de seca, o fluido percolará a fendas segundo suas direções preferenciais, sendo direcionado pelas mesmas até que este meio se sature daí então haverá uma retenção do contaminante, pois os horizontes superiores apresentam argilominerais com comportamento expansivo e conseqüentemente com maior poder de absorção e de adsorção do material percolador. Ocorrerá também o acúmulo do material contaminante nas superfícies de discordância lito-pedológicas, devido a diferença composicional e textural do material.

Portanto, a classificação e análises aqui realizadas são apenas uma pequena base para um monitoramento de maior detalhe das condições da obra dutoviária da região. Devendo ser efetuado um monitoramento de detalhe e semi-detalhe em toda a extensão da mesma.

6. AGRADECIMENTOS

Meus sinceros agradecimentos à Agência Nacional do Petróleo (ANP) e ao Programa de Recursos Humanos PRH-05, ao Professor Doutor Jairo Roberto Jiménez-Rueda, por todo apoio e orientação dedicados. Deixo aqui também os meus sinceros agradecimentos a Planthae Consultoria Ambiental, que tornou possível a participação neste eventol. Assim, agradeço também a todos aqueles que colaboraram de alguma forma para a conclusão deste trabalho, direta ou indiretamente.

7. REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, F. F. M. de; **Fundamentos Geológicos do Relevo Paulista**. Bol. Inst. Geogr. Geol., São Paulo, v 41. 1964.
- CONTI, J. B. **Circulação secundária e efeito orográfico na gênese das chuvas na região nordeste paulista**, São Paulo, USP/ Instituto de geografia, (Série Teses e monografias, 18), 85 p. 1975.
- EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos** – Serviço de Produção de Informação – SPI – Brasília, 1999. DF –412 p.
- HASUI Y. e PONÇANO W. L. **Organização estrutural e evolução da Bacia de Taubaté**. Anais o XXX Congresso Brasileiro de Geologia. v 1. 1978. p 368-381.
- HASUI Y. **Compartimentação Estrutural e Evolução Tectônica do Estado de São Paulo SP**. IPT. 288p. 1989.
- HEILBRON M., PEDROSA-SOARES A. C., NETO M. DA C. C. SILVA L. C. DA., TROUW R A. J. & JANASI V. de A. **Província Mantiqueira**. In: **Geologia do Continente Sulamericano: Evolução e Obra de Fernando Flávio Marques de Almeida** 1º Edição, 2004. 203–236 pp

- HERNÁNDEZ, L. O. 1994. **Curso de Neotectônica** – Centro de Estudios Aplicados al Desarrollo Nuclear – Vicedirección de Geología.
- HIRIMURA S. T., RICCOMINI C. & MODENESI-GAUTTIERI M. C. 2001. Neotectônica do Planalto de Campos do Jordão, SP. *Rev. Bras. Geoc.* **31**: 375-384.
- IBGE. **Manual Técnico de Geomorfologia**. Rio de Janeiro, RJ – Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Depto de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. 1995.
- IBGE. **Manual Técnico de Pedologia**. Rio de Janeiro, RJ – Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Depto de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. 1995.
- JIMÉNEZ, R.J.R.; PESSOTI, J.E.S.; MATTOS, J. T. Uso de sensoriamento remoto no zoneamento agroecológico da região da serra do mar no estado de São Paulo In: **Simpósio Latino Americano de Percepción Remota, IV.**, San Carlos de Bariloche, Argentina, Anais. São José dos Campos, INPE/SELP, tomo I, 1989. P 135-140,
- MONTEIRO, C. A. F. **O clima e a organização do espaço no estado de São Paulo**, USP/Instituto de geografia. Série Climatologia, v 28. 1976.
- NAHON, D.; **Introduction to the Petrology of Soils and Chemical Weathering** – USA – 313pg. 1991.
- NIMER, E. **Climatologia do Brasil**. 2ª ed. Rio de Janeiro : IBGE, Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, 1989. p.422,
- OHARA, T.; **Zoneamento Geoambiental da Região do Alto-Médio Paraíba do Sul/SP com Sensoriamento Remoto** – Tese de Doutorado – UNESP – IGCE – Rio Claro – 235pg. 1995.
- OHARA T., JIMÉNEZ-RUEDA J. R., MATTOS J. T. de & CAETANO N. R. **Zoneamento Geoambiental da Região do Alto-Médio Rio Paraíba do Sul e a Carta de Aptidão para Implantação de Obras Viárias**. 2003. *Rev. Bras. Geoc.* **33**:173-182
- OLIVEIRA, J. B. et al. **Mapa pedológico do Estado de São Paulo**. Campinas: Instituto Agrônomo, 4 mapas. Escala 1:500.000. Acompanha uma legenda expandida. 1999.
- OLIVEIRA J. B. de. **Pedologia Aplicada**. FEALQ, 2ª Edição. 2005. 574 pp.
- PAULA E. F. de. **Zoneamento Geoambiental como método de análise de indicadores ambientais do Horto Gramado em São Simão** – SP. Trabalho de conclusão de curso. Unesp – Rio Claro. 70 p. 2002.
- PETRI, S. & FÚLFARO, V.J. **Geologia do Brasil**. Editora da Universidade de São Paulo – EDUSP, 1983. 631p.
- RESENDE M., CURI M., KER J. C. & REZENDE S. B. **Mineralogia de Solos: Interpretação e Aplicações**. Lavras. Editora UFLA. 2005. pp192.
- RODRIGUES R. M. **Estudo e Caracterização do Meio Físico da Bacia do Rio Camboriu/SP, Visando o Zoneamento Geoambiental**. Tese de doutorado. Instituto de Geociências e Ciências Exatas Rio Claro – SP pp 80. 2000.
- ROSS, J. L. S & MOROZ, I. C. **Mapa geomorfológico do Estado de São Paulo** – Laboratório de geomorfologia Depto de Geografia – FFLCH – USP/ Laboratório de Cartografia Geotécnica – Geologia Aplicada - IPT/FAPESP – Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo. 1997.
- SADOWSKI G. R. **Tectônica da Serra de Cubatão** – SP. Tese de Doutorado. 159p. 1974.
- S.N.P.A. **Levantamento de Reconhecimento dos solos do Estado de São Paulo** – 633p. 1960.

ZONING GEOENVIRONMENTAL AS SUBSIDY TO THE ANALYSIS OF THE ENVIRONMENT POINTERS IN THE AREAS OF DUCTS: CHARACTERIZATION GEOCHEMISTRY AND MINERALOGIC OF THE FINE FRACTIONS OF THE COVERINGS OF INTEMPERICAL ALTERATION

The geoenvironmental zoning, executed in the Valley of the Paraíba of the South in its São Paulo portion aimed at to subsidize the analysis of ambient pointers in areas of installations of dutovias. In this manner it has the necessity of a mapping of the superficial formations of the area. Translating the adaptation of the material to the new conditions of the way. The analysis geochemistry and mineralogical of these formations is a very useful tool for the verification of the stability of the land, behavior of fluid percolator and evolution of de alteration of the superficial formations. Another important factor is the operating structural standard in the region, generating high and low tectonics motivating different propitious faults degrees of alterations and originating to the fluid percolating. This allows the characterization of the types of processes that occur on the originary materials. Therefore, if it establishes the relation of natural stability of the land, in function of current the physicist-bio-climatic characteristics paleo/and its condicionantes and capacity of support for implantation in linear workmanships of engineering. The area in study this inserted one in part in the Ribeira Band (Neoproterozoico), constituted of litotipos of the basement of origin to metasedimentaries, and on the cenozoics sediments of the Basin of Taubaté. In this geologic context, the alteration, of both the materials favors the mono/bissialities mineral development of composition of the montmorillonite/esmectite type. Being this great influences in the behavior of the ground when percolated by a fluid, adsorveding the same, becoming into a regulator of greater

or minor capacity to degrade, to lead and to hold back the effluent ones. This phenomenon is on to the climate of the region, concomitantly with the local morphology, for influencing in the pedogenetics conditions of the embedded profiles that present dominant bissialitics colloids. These characteristics well are defined by the analysis in difraccion and fluorescence of rays-x, where the percentile contents are verified, mineralogic and chemical, respectively. This material also generates ground slippings and the formation of cracks for dissection and hidration of the material by means of expansion and contraction.

Zoning geoenviromental - 1, geochemistry – 2, argilominerals – 3, difraction of the raios-x – 4, ducts - 5.

Os autores são os únicos responsáveis pelo conteúdo deste artigo.