



"CONVÊNIO"
COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR
COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS

I/2004

PROJETO ABADIA DE GOIÁS
LEVANTAMENTO PEDOLÓGICO DETALHADO
E
AMOSTRAGEM GEOQUÍMICA DE SOLOS

Ari Délcio Cavedon
Leonam Furtado Pereira de Souza
Eng. Agrônomos

phi
012266

Rio de Janeiro
Novembro de 1991

SUMÁRIO

Resumo	i
Abstract	ii
1. INTRODUÇÃO E OBJETIVOS	1
2. CARACTERIZAÇÃO GERAL DA ÁREA	2
2.1 Localização, situação e morfologia do terreno	2
2.2 Clima	3
2.3 Geologia	4
2.4 Vegetação	7
2.5 Geomorfologia	8
2.6 Profundidade do lençol freático	9
3. MÉTODOS DE TRABALHO	12
3.1 Métodos de trabalho de campo	12
3.2 Métodos de trabalho de escritório	12
3.3 Métodos de trabalho de laboratório	13
3.3.1 Análises de solos	13
3.3.2 Análises mineralógicas	15
4. PROPRIEDADES ADOTADAS PARA SEPARAÇÃO DAS CLASSES DE SOLOS	16
4.1 Horizontes diagnósticos	16
4.2 Outras características diagnósticas	17
4.3 Critérios para distinção entre classes de solos	18
4.4 Outras feições morfológicas relevantes	19
5. PERFIS DE SOLOS - DESCRIÇÕES E ANÁLISES	21
6. LEGENDA DE IDENTIFICAÇÃO DAS UNIDADES DE MAPEAMENTO	53
7. DESCRIÇÃO DAS UNIDADES DE SOLOS MAPEADAS	54
7.1 Latossolo Vermelho-Amarelo	54
7.2 Solos Petroplúnticos	54
7.2.1 Com B textural	55
7.2.2 Com B incipiente	56
7.2.3 Litólicos	57
7.3 Tipos de terreno	57
8. RESULTADOS DAS ANÁLISES	59
8.1 Amostras de fertilidade de solos	60
8.2 Amostras para monitoramento do Cs ¹³⁷	61
9. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	63
10. RECUPERAÇÃO DAS ÁREAS DEGRADADAS	64
11. BIBLIOGRAFIA	66
ANEXOS	
1. Boletins de Análise	
2. Ilustrações Fotográficas	
3. Mapa Pedológico	

Resumo

O presente trabalho refere-se ao Levantamento Pedológico Detalhado e Amostragem Geoquímica de Solos de uma área de aproximadamente 100 hectares, dentro da qual será localizado definitivamente o Depósito de Rejeitos Radioativos de Césio 137, no Município de Abadia de Golás.

O mapa de solos contém a delimitação de 9 unidades de mapeamento de solos propriamente ditos e 3 tipos de terreno. Os solos predominantes foram classificados como petroplínticos, por conterem mais de 50% de concreções em todo o perfil. Três unidades são da classe Latossolo Vermelho-Amarelo, enquanto as demais, não são constituídas por solos na definição dos sistemas em uso na pedologia e sim por tipos de terreno, alterações causadas por exploração de concreções e cascalhos para leito de estradas e construções em geral.

Os perfis de solos descritos no campo foram escolhidos pela dominância de cada classe. Cada horizonte foi analisado física, química e mineralogicamente em laboratório. Além destas análises, foram coletadas 20 amostras compostas para avaliação da fertilidade superficial e subsuperficial de solos visando um futuro plano de recuperação das áreas degradadas, com plantio de espécies climaticamente adaptadas.

Foram coletadas, também, 33 amostras de solos para análise de teores de Césio, com a finalidade de proceder a futuro monitoramento de possíveis contaminações ou fixação em argilas e ou matéria orgânica de solos.

O mapa final na escala de 1:1.000 foi confeccionado sobre base topográfica estável, com curvas de nível de metro em metro, contendo a delimitação das unidades definidas no campo e no escritório, após determinações analíticas, bem como as respectivas descrições na legenda. As normas e critérios de classificação seguiram os padrões do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos, em elaboração pelo SNLCS/EMBRAPA.

Este relatório contém a descrição geral da área, os resultados das análises, as descrições das unidades, comentários, conclusões e recomendações, como base para a preparação de um programa constante de acompanhamento ambiental, para o Relatório de Impacto Ambiental (RIMA), que deverá ser preparado em futuro próximo e para estabelecimento de um plano de recuperação das áreas degradadas e manutenção daquelas que ainda estão conservadas.

Abstract

To get data for the site evaluation, a detailed pedologic survey and geochemical soil sampling was made on an area of 1 km² in Abadia de Goiás, near Goiânia, – Goiás State – Brazil, selected as the final Cesium 137 Radioactive Waste Repository,

The map shows 9 soil units and 3 terrain types. The predominant soils are classified as Petroplintics, since they have more than 50% of concretions along their sections. Three units are of the Red-Yellow Latosol class, and the others, according with the pedologic systems in use, are not considered soils but terrain types because gravel and concretions exploitation for buildings and road construction caused deep modifications on their original profiles.

The soil sections described in the field have been selected according with each class predominance. Samples of each horizon have been analyzed in laboratory by physical, chemical and mineralogical methods. Furthermore, 20 composite samples have been gathered and analyzed for surficial and subsurficial soil fertility, aiming at a future recovery program for the degraded areas, through the plantation of climatically adapted vegetal species.

For a future monitoring of an eventual contamination or fixing in the clay or organic matter of the soil, 33 samples have been gathered for cesium analyses.

The final 1:1.000 scale soils map was plotted on a stable base, with 1 meter contour lines. It contains the pedologic units studied in the field and defined in the office after the availability of the analyses results. The legend of the map has a complete description of these units. The soils classification criteria used are the Brazilian Soil Taxonomy System standards, elaborated by the SNLCS/EMBRAPA.

This report presents the location of the site, analyses results and interpretation, conclusions and recommendations as basic data for a constant environmental control program, to be used for the Environment Impact Report (RIMA) and a recovery and maintenance program for the degraded and the few still undisturbed areas.

1. INTRODUÇÃO E OBJETIVOS

O Depósito de Rejeitos Radioativos de Abadia de Goiás, na sua forma definitiva, pode ser considerado como de armazenamento subterrâneo raso (*shallow ground disposal*) e é adequado apenas para rejeitos que decaem a níveis aceitáveis dentro de um período de tempo (centenas de anos) no qual espera-se que seja mantido controle institucional sobre o sítio. Este tipo de armazenamento vem sendo praticado a algumas décadas, com variações nos procedimentos empregados e nas quantidades de rejeitos envolvidas. Conseqüentemente, existe em vários países, razoável volume de experiência na qual basear-se para construção do Depósito.

O objetivo a alcançar é de confinar as substâncias radioativas dentro do sítio enquanto forem perigosas. A adequabilidade do sítio e do depósito é determinada pela sua capacidade de isolar os radionuclídeos e pelo seu impacto na população humana e no meio ambiente. Mecanismos de transporte relacionados a fenômenos geológicos, hidrológicos, pedológicos, biológicos e antrópicos devem ser estudados, visando à prevenção, previsão, modelamento e controle de eventual acidente poluidor.

Sendo a água o seu mecanismo usual de transporte e os solos o seu meio natural de impregnação e escoamento, a concentração dos radionuclídeos contidos nas águas, solos e rochas das adjacências do sítio devem ser mantidas dentro de doses-limites estabelecidas pela regulamentação.

O objetivo deste trabalho é fornecer parâmetros e informações sobre os solos, no sentido de permitir um efetivo controle e monitoramento da área do Depósito de Abadia de Goiás, e compreende:

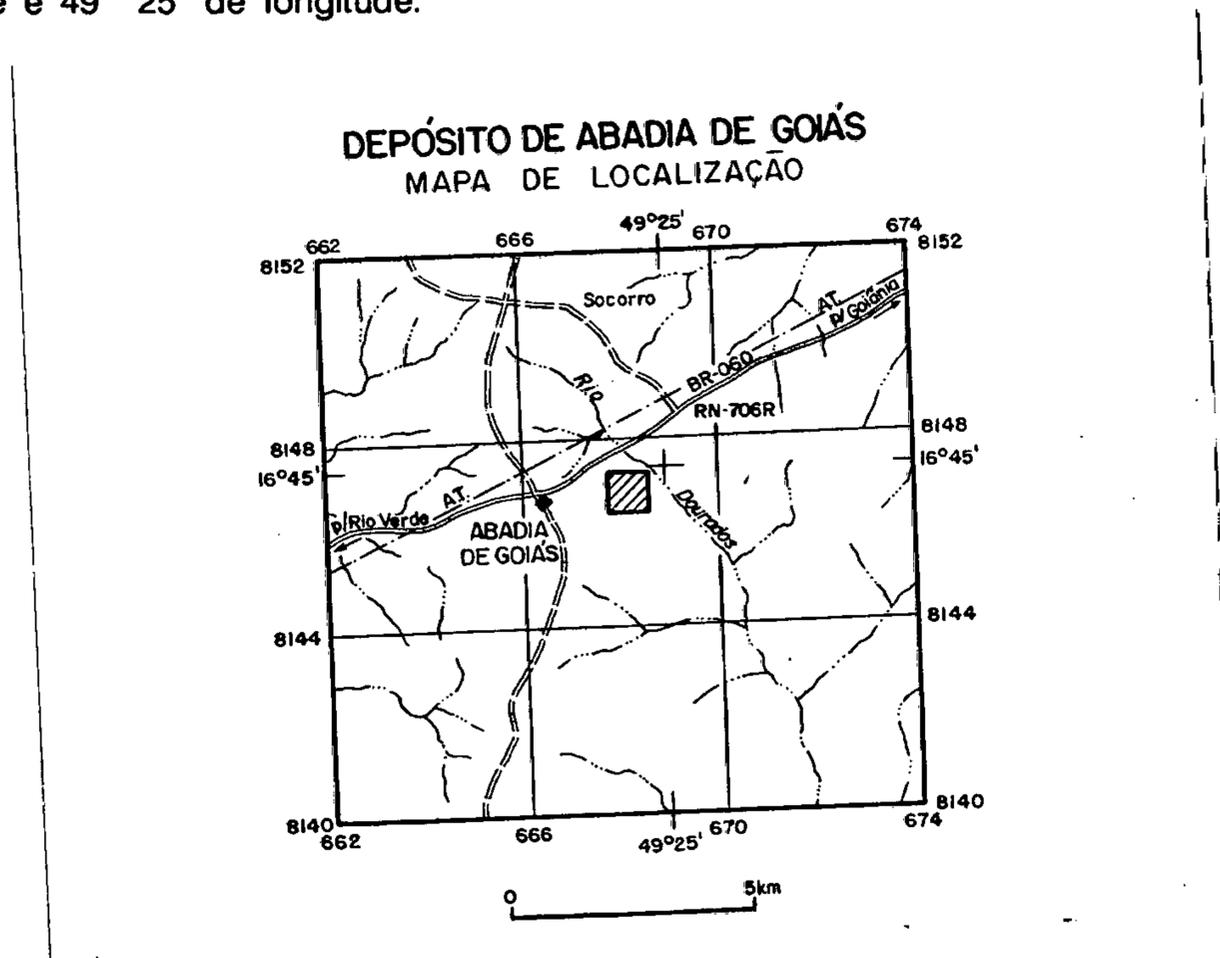
- Características morfológicas dos solos, abertura de trincheiras dos perfis completos em locais selecionados, para classificação pedológica.
- Descrição das características físico-químicas dos solos e definição dos horizontes diagnósticos.
- Análises de macro-elementos das amostras, em laboratórios especializados.
- Tabulações e classificações, resultando em mapa pedológico e relatório final com conclusões e recomendações.
- Sugestões para recuperação do solo e da vegetação, consistindo basicamente em subsolagem, gradagem em curvas de nível, aplicação de corretivos e fertilizantes e plantio de leguminosas e gramíneas. Numa 2ª fase, o plano contemplará o replantio de espécies arbóreas e arbustivas de essências nativas do cerrado e exóticas de crescimento rápido.

Este trabalho foi realizado sob os auspícios do "Ajuste de Mútua Cooperação Nº 002" celebrado entre a Comissão Nacional de Energia Nuclear – CNEN e a Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais – CPRM em 13 de março de 1991 e especificamente do seu 1º Termo Aditivo.

2. CARACTERIZAÇÃO GERAL DA ÁREA

2.1 LOCALIZAÇÃO, SITUAÇÃO E MORFOLOGIA DO TERRENO

Como pode ser observado no Mapa de Localização a seguir, a área situa-se no Estado de Goiás, no Distrito de Abadia de Goiás, Município de Goiânia, distante aproximadamente 15km da capital e a 1km de Abadia, lado esquerdo da rodovia BR-60 no sentido Goiânia – Guapó, identificada pelas coordenadas $16^{\circ} 45'$ de latitude e $49^{\circ} 25'$ de longitude.



Em forma de um quadrado de 1 x 1km, com 100 hectares de superfície, a área foi piquetada de 100 em 100 metros no terreno e plotada em escala 1: 1.000, com curvas de nível de metro em metro, com altitudes variando de 838 metros a sudeste a 882 metros no topo, a oeste. É drenada pelo Rio Dourado e seu afluente Quati, da Bacia do Rio Meia-Ponte, que deságua no Rio Paranaíba.

Caracteriza-se por topografia suave do topo à meia encosta na vertente da margem direita do Rio Dourado, em relevo plano a suave ondulado, com declives variando de 0 a 4%. No sentido sul, rumo às vertentes do Rio Quati, o relevo local se torna mais movimentado, medindo-se declives entre 10 e 14%, o que caracteriza no Sistema Brasileiro de Classificação de Solos, um relevo do tipo ondulado.

As partes norte e leste da área se encontram inteiramente modificadas pela ação antrópica. O local foi durante muito tempo utilizado como "casalheira", de onde foram exploradas significativas quantidades de material de empréstimo tipo "piçarra". Tal uso fez aflorar camadas de concreções e de plintita mais profundas, contribuindo para a formação e consolidação de mais canga laterítica. Esse material, horizontes C e/ou R do solo antes existente, rico em óxidos, principalmente de ferro, é de textura siltosa e muito susceptível à erosão, notadamente porque toda a cobertura vegetal original ou de pastagens que houvessem sido plantadas foi reti-

rada, favorecendo a ação das enxurradas. Esses fatos podem ser constatados pelo intenso sulcamento que ocorre em toda essa área, criando um microrrelevo de pequenos interflúvios, recortados por valas profundas, terminando por produzir uma voçoroca de grandes proporções à altura do antigo Poço nº 3, junto à margem esquerda do Rio Quati.

As áreas degradadas expõem à superfície extensos pavimentos de calhaus, matações, concreções pisolíticas de todos os tamanhos, entremeadas por testemunhos do antigo nível do solo, onde foram deixados alguns exemplares da vegetação original de cerrado.

O intenso revolvimento criou, artificialmente, quase em metade da área, uma sucessão de morrotes de 5, 10, 15 metros de altura, com material de solo, horizontes superficiais e subsuperficiais, concreções, canga, alguns afloramentos rochosos, entremeados a áreas aplainadas por ação de máquinas, sulcadas por erosão e com pendentes suaves em direção aos rios. Os murundus formam um mesorrelevo ondulado, coberto por vegetação graminóide e que não deve ser mais removido, sob pena de causar maiores danos à região. Os morrotes devem ser objeto de estudos específicos quando se tratar da recuperação da área.

2.2 CLIMA

Segundo a classificação de Köppen, o clima da região onde se localiza o Depósito de Resíduos Radioativos em Abadia de Goiás, é do tipo Aw – tropical úmido, que apresenta dois períodos bem definidos:

- período seco, correspondendo às estações outono e inverno, iniciando-se no mês de abril e findando no mês de setembro.
- período úmido, caracterizado pela ocorrência de chuvas torrenciais, e que equivale às estações primavera e verão, com início em outubro e final em março.

As chuvas estão quantificadas por uma precipitação total anual entre 1.300 e 1.750mm, com picos pluviométricos que ocorrem de dezembro a março. As precipitações são quase inexistentes nos meses de junho e julho, ocasião em que a umidade relativa do ar diminui até limites muito baixos, atingindo, não raramente, valores de 15%.

O Balanço Hídrico segundo Thornthwaite e Mather, revela para a estação de Goiânia, uma evapotranspiração potencial anual de 992,7mm para uma precipitação de 1.576mm, também anual. Entretanto, a distribuição das chuvas é muito bem marcada por um período úmido de 8 meses (de outubro a maio), durante os quais não ocorre déficit hídrico para as plantas. Cessam quase por completo as precipitações nos meses de junho a agosto e mesmo em alguns anos, setembro, período em que o déficit hídrico é evidente e pronunciado. Esta variação sazonal das precipitações pluviométricas é típica da região dos cerrados do Brasil-Central, caracterizando um regime de umidade onde predomina a vegetação de cerrados e explica a presença de solos plínticos e concrecionários formados a partir de materiais de origem ricos em óxidos de ferro e outros.

Um fenômeno notável e com grande influência no crescimento vegetativo refere-se

aos chamados "veranicos", períodos curtos de seca pronunciada que ocorrem durante os meses úmidos. A ocorrência de um veranico de mais de 15 ou 20 dias durante os meses de dezembro ou janeiro, por exemplo, pode comprometer em muito as safras agrícolas chamadas das águas. O significado pedológico destas ocorrências singulares é também grande, pelos ciclos de ressecamento e umedecimento que influem diretamente na redução e oxidação de óxidos de ferro. No centro-oeste não são raras as chuvas intensas. Segundo Otto Pfaffstaeter, pelo menos uma vez por ano ocorre uma precipitação pluviométrica em que 40% do total mensal cai em 8 horas. É fácil se prever o significado de uma chuva tão intensa, na erosão superficial e no sulcamento dos solos.

Quanto às temperaturas, as máximas absolutas são altas: 35°C a 40°C e coincidem com o período mais seco, de umidade relativa do ar muito baixa. As médias anuais oscilam entre 18°C e 20°C. Já a média das mínimas fica entre 16°C e 18°C, caindo abaixo dos 15°C entre maio e agosto. É interessante lembrar que as médias diurnas, principalmente nos meses mais frios é muito acentuada. Com céu limpo, nas horas mais quentes, as temperaturas ultrapassam os 25°C, caindo durante a madrugada para valores cerca de 10°C absolutos abaixo desse valor.

Os quadros I e II mostram as precipitações médias e o Balanço Hídrico da Estação Meteorológica de Goiânia.

2.3 GEOLOGIA

GEOLOGIA REGIONAL

A área investigada pelo levantamento geológico realizado pela Superintendência Regional de Goiânia da CPRM, para o Programa de Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil, Folha Goiânia, localiza-se no domínio dos terrenos metamórficos com evolução policíclica, entre o Craton do São Francisco, a leste, e o Craton Amazônico a oeste, denominado Maciço Mediano de Goiás (Almeida, 1967).

Estes terrenos apresentam uma complexidade deformacional expressa através de transposição de foliações e/ou acamamentos, evolução progressiva de dobramentos, associados a cisalhamento tangencial de baixo e alto ângulo, metamorfismo e diaftorese (retrometamorfismo) que marcaram os seus elementos estratigráficos, estruturais, texturais e mineralógicos, dificultando a discriminação de parâmetros confiáveis, principalmente no que tange ao empilhamento estratigráfico. Alia-se a esta complexidade as poucas datações geocronológicas disponíveis, necessárias para elucidar alguns problemas de relevância. Nesse contexto, e dadas as peculiaridades morfológicas da área, procurou-se definir um arcabouço geológico com os dados obtidos da consulta a trabalhos anteriores de caráter regional. Assim, a coluna litoestratigráfica proposta é a seguinte:

- Complexo Granulítico Anápolis – Itauçu (Apgai) representando as rochas mais antigas da região, consideradas como pertencentes ao Arqueano Superior;
- Complexo Granitóide Gnáissico (1) que engloba granitóides do Proterozóico Inferior, com origem talvez relacionada à formação dos granulitos;
- Seqüência metavulcanossedimentar de Silvânia (Plvss), incluída também no Pro-

QUADRO I**PRECIPITAÇÃO MÉDIA (mm) – ESTAÇÃO GOIÂNIA**

JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	ANO
234	210	198	110	30	5	10	3	36	143	237	271	1.487

FONTE: Escrit. Meteorologia M/A

QUADRO II**BALANÇO HÍDRICO (mm)**
(seg. Thornthwaite & Mather)

PARÂMETRO	MÊS												
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	ANO
Precipitação	276,6	267,4	191,2	73,4	29,8	6,5	6,8	8,5	62,7	172,7	210,0	269,8	1.576,0
Evapotranspiração Potencial	101,9	90,2	99,8	86,2	62,7	49,8	49,5	69,0	85,0	101,6	98,4	98,6	992,7
Evapotranspiração Real	101,9	90,2	99,8	86,2	62,7	17,8	17,8	8,5	62,7	101,6	98,4	98,6	878,2
Armazenamento	100,0	100,0	100,0	87,2	54,3	0	0	0	0	71,1	100,0	100,0	723,8
Excedente	174,7	177,2	91,4	0	0	0	0	0	0	0	83,3	170,7	697,3
Déficit	0	0	0	0	0	31,7	31,7	60,5	22,3	0	0	0	114,5

FONTE: SNLCS/EMBRAPA BT Nº 53

- terozóico Inferior, pela sua posição relativa, tendo-se comportado como embasamento do Grupo Araxá;
- Uma segunda geração de granitóides (2) é identificada, supostamente intrusiva na Seqüência Metavulcanossedimentar.
 - O Grupo Araxá Sul de Goiás, que na área está representado pela Unidade C (PMaC), foi considerada do Proterozóico Médio e uma terceira geração de granitóides que cortam esta unidade são consideradas sintectônicas à orogênese Brasilliana e colocadas no Proterozóico Superior.
 - No Mesozóico, Jurássico, foram posicionadas as intrusivas básicas (Jdb).
 - No Terciário-Quaternário as Coberturas Detrito-laterais (TQdl) e no Quaternário as aluviões recentes (Qa).

São encontradas fatias tectônicas de rochas ultrabásicas imbricadas dentro dos metassedimentos do Grupo Araxá, Unidade C, em zonas de cisalhamento e sua idade é indeterminada, podendo ser correlacionáveis com a Seqüência Metavulcanossedimentar ou mesmo serem mais antigas.

GEOLOGIA LOCAL

De acordo com o levantamento geológico em escala 1:20.000, realizado pela CPRM nas áreas adjacentes ao Depósito de Abadia de Goiás, localmente as coberturas detrito-lateríticas tem ampla distribuição, ocupando mais de 50% da área mapeada, formando extensos platôs que dificultam a cartografia geológica. Além de não proporcionarem afloramentos significativos, mascaram quase totalmente, nas fotografias aéreas, as estruturas regionais.

Nos vales, onde não existe cobertura, a rocha está tão alterada que pode ser considerada aloterítica, confundindo-se com o solo residual.

No extremo NE da área, na margem esquerda do ribeirão Anicuns, existem bons afloramentos de rochas granulíticas, charno-enderbíticas, as quais se contrapõem aos metassedimentos da Unidade C do Grupo Araxá, através de uma zona de cisalhamento do tipo rampa lateral.

Na margem direita do córrego Capoeira, na parte NW da área, é encontrada uma rocha ultrabásica metamorvisada, constituída de talco e clorita xistos, correspondente a uma lasca intrudida tectonicamente nos xistos do Grupo Araxá.

As coberturas superficiais, que neste trabalho assumem fundamental importância, foram conhecidas em detalhe de sondagem com testemunhagem contínua realizada no local do futuro depósito.

O perfil característico, do topo para a base, é constituído de:

- a) uma unidade, cuja espessura varia de 0,0m a 1,0m, de concreções pisolíticas de limonita e seixos de quartzo com matriz argilo-arenosa, rica em matéria orgânica constituída de raízes e argila cinza escura a média. Possui excelentes porosidade e permeabilidade e é friável.
- b) Intervalo de canga, constituído do mesmo material acima descrito, porém sem

matéria orgânica e cimentado com hidróxidos de ferro e alumínio, principalmente goethita e gibbsita. São freqüentes os seixos de quartzo angulares e pode ser encontrada caolinita na matriz. Geralmente muito dura e apesar de sua aparência maciça, possui boa porosidade e permeabilidade, graças a finos condutos por onde circula a água de infiltração. Por tratar-se de material detrítico grosseiro que não está totalmente cimentado, tem sempre alguma capacidade de armazenamento. A cor predominante é marron avermelhada a amarela. A espessura varia muito, de 0m a 1,00m e tanto o topo como a base são muito irregulares.

- c) Novo intervalo de concreções limoníticas com matriz areno-argilosa, porém sem matéria orgânica, apresenta freqüentes fragmentos de quartzo e é muito friável. A cor é variegada. Com a profundidade vai havendo um aumento da matriz argilosa. A porosidade e a permeabilidade são excelentes. A espessura varia de poucos centímetros a 1,50m.
- d) Material argiloso-arenoso varicolorido, amarelo, marron e branco. Não se distingue textura nem estrutura, mas parece tratar-se da rocha alterada aloterítica. Observam-se fragmentos de quartzo alinhados que podem corresponder a finas lentes da rocha original, distinguem-se palhetas de mica totalmente alteradas. Possui boas porosidade e permeabilidade. Este intervalo vai até os 6,00m aproximadamente.
- e) A partir dos 6,00m a textura e estrutura da rocha original tornam-se mais claras, podendo-se chamar de assiliterítica. As granadas, totalmente alteradas, aparecem disseminadas, as micas idem e o quartzo, predominante, aparece como matriz e em finas lentes. É friável, a cor variegada e pode-se dizer que se trata de grana-da-mica-quartzo xisto. Algumas lentes centimétricas de quartzo apresentam fraturas preenchidas com finas películas de manganês. A coloração vai passando gradualmente para cinza à medida que vai tomando suas características típicas e a rocha dura aparece aos 30m, aproximadamente. Este intervalo tem boas porosidade e permeabilidade, constituindo-se num excelente reservatório.

2.4 VEGETAÇÃO

A área, típica da região dos cerrados, apresenta-se profundamente modificada sob o ponto de vista da fisionomia vegetal, pois o material concrecionário serviu de empréstimo para leito de estradas, tendo sido eliminada praticamente toda a vegetação natural, em que pese permanecerem pequenas zonas de testemunhos de sua antiga constituição.

No topo, local candidato para depósito de rejeitos, sobre os solos petroplínticos de pequenas espessuras, o cerrado é aberto, muito modificado pela intervenção humana, no qual predominam arvoretas de até 2 metros de altura, com tapete graminóide extremamente rarefeito. Na época dos trabalhos de campo, esta zona esteve sob ação do fogo, sem dúvida provocado propositadamente, como acontece em toda região. No entanto, em pleno período seco achava-se sob intensa rebrota. Ainda se observam exemplares de 4 a 10 metros, esparsos, de algumas espécies mais imponentes, como um jacarandá (*Machaerium spp.* ou *Dalbergia spp.*), o ipê amarelo (*Tabebuia caraiba*) florido em julho de 1991, o pequi (*Caryocar brasiliense*) também em início de floração e uma garapa ou pau-de-tucano (*Vochysia sp.*). Algumas espécies características de cerradão também ocorrem, como o vinhático

(*Plathyenia reticulata*) indicando que este cerrado devia ser mais denso em épocas pretéritas. Nesta mesma formação vegetal modificada, foram identificados como indivíduos mais representativos a pimenta-de-macaco (*Xylopia grandiflora*), o murici (*Byrsonima spp.*), a sucupira branca do cerrado (*Pterodon pubescens*), o barbatimão (*Stryphnodendron spp.*), o jatobá-do-campo (*Hymenaea stigonocarpa*), a faveira (*Dimorphandra mollis*), o pau-terra (*Qualea sp.*), o carvoeiro (*Sclerolobium paniculatum*), solanáceas como a lobeira, bromeliáceas como o gravatá, algumas plantas rasteiras notáveis como o algodãozinho, também florido na época dos trabalhos e como invasor, o capim jaraguá, largamente plantado na área.

A medida em que se aproximam as vertentes propriamente ditas dos córregos, a vegetação é mais pujante, ocorrendo relictos de floresta também muito explorada, onde ainda ocorrem espécimes notáveis como a copaíba (*Copaifera langsdorfii*), o angico (*Piptadenia sp.*), o pau-pombo ou pombeiro (*Tapirira sp.*), a aroeira (*Astronium sp.*), a sucupira branca (*Pterodon pubescens*), o pau-terra (*Qualea sp.*) e exemplares de maria-preta e jatobá (*Hymenaea sp.*).

Quando se atinge as áreas mais degradadas, alguns indivíduos testemunham não só a profundidade que atingiu a retirada do material, pois ainda permanecem sobre barrancos as vezes com mais de 2 metros, como também atestam que eram parte da vegetação natural, como o jatobá disseminado com certa freqüência.

Sobre os morrotes testemunhos da retirada do material e revolvidos por máquinas, sobre os quais se acumulou artificialmente material de solo, vegetam gramíneas como a Brachiaria e o Capim Jaraguá (*Hyparrhenia rufa*) e alguns indivíduos, principalmente de lobeira (*Solanaceae*). A presença das gramíneas é um indicativo do tipo de vegetação que poderá ser utilizada na recuperação desta área, uma das necessidades mais prementes para se evitar que continue o processo de degradação já em alto estágio de desenvolvimento.

Junto ao Rio Dourado, alguns capões de mata ainda estão presentes e sempre é interessante lembrar que deveriam ser preservados, não só como fonte de sementes de algumas espécies que devem ser recuperadas, como também para gerar locais de abrigo para a pouca fauna ainda existente na região.

2.5 GEOMORFOLOGIA

No âmbito regional, a área em Abadia de Goiás, situa-se no domínio morfo-estrutural denominado "Depressão Periférica de Goiânia", segundo Almeida (1946), e atualmente descrito como "Planalto Rebaixado de Goiânia", que integra a unidade denominada "Planalto Central Goiano", descrito por Pena et alii (1975).

A "Depressão Periférica de Goiânia" compreende um extenso planalto rebaixado e dissecado, desenvolvido em litologias pré-cambrianas do Complexo Goiano e do Grupo Araxá, sobre os quais agiram os processos de dissecção. A superfície deste planalto é mantida por depósitos de material clástico, o que indica a atuação de uma morfogênese seca, mostrando que o mesmo esteve submetido no passado, a condições climáticas rigorosas, de semi-aridez.

De acordo com os estudos realizados durante o mapeamento da Folha Goiânia (Projeto RADAMBRASIL), a evolução do "Planalto Central Goiano" é muito complexa, e a esculturação de um Pediplano Neopleistocênico sobre o "Planalto Rebaixado de Goiânia" originou a coalescência de sua superfície topográfica com as "Depressões Intermontanas".

Os modelados originais nesta subunidade, devido aos fatores climáticos que nela atuaram são em geral tabulares, predominando as formas amplas. Secundariamente ocorrem formas tabulares de dimensões menores e convexas.

Localmente, a oeste de Abadia de Goiás, observa-se a ação erosiva remontante dos afluentes do rio dos Bois, que atuam sobre as planícies a leste, de cotas entre 800 e 900 metros, num trabalho de rebaixamento para um novo nível de base em torno de 600 metros.

2.6 PROFUNDIDADE DO LENÇOL FREÁTICO

Os dados coletados pela CNEN por um período de aproximadamente 2 anos ilustram através dos gráficos números 1 e 2 a variação anual do lençol freático, nos poços abertos para estudos.

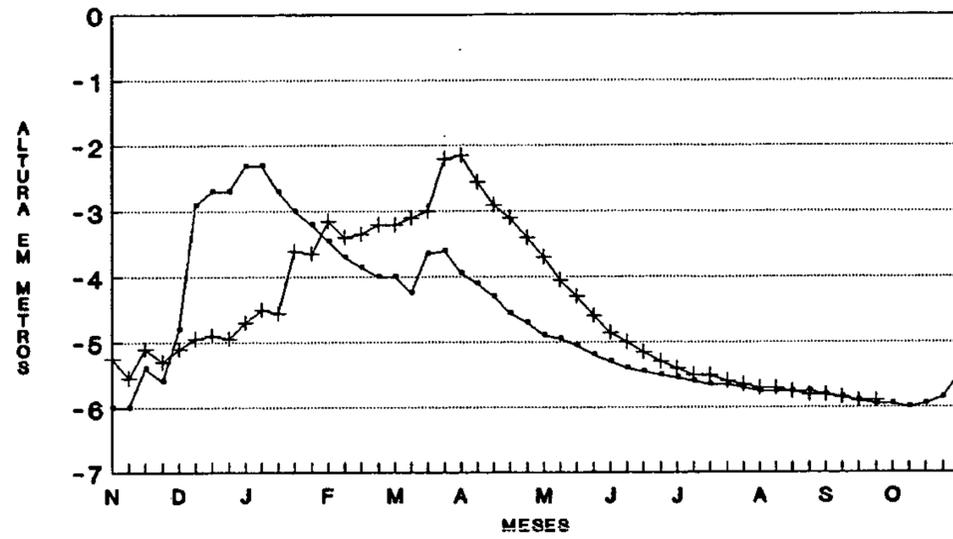
A flutuação do lençol freático tem um significado pedológico extremamente importante. Sabe-se que materiais de origem ricos em óxidos, principalmente de ferro, submetidos a ciclos de umedecimento e ressecamento, endurecem irreversivelmente, transformando-se em petroplintita ou em horizontes contínuos de canga laterítica. Aliado aos fatores climáticos, esse fenômeno continua agindo na formação dos solos, como se pode deduzir analisando os perfis dos poços 1, 2, 7 e 10, localizados na vertente que drena para a margem esquerda do rio Quati. Pelo menos 4 meses por ano, normalmente de dezembro a março, o lençol se posiciona à superfície no poço 2 e a 1 ou 2 metros nos poços 7 e 10. Sem dúvida, é grande a influência da percolação lateral, subsuperficial, no sentido da pendente.

O significado desta tendência serve muito bem de alerta para possíveis contaminações do lençol freático, que se existirem, ocorrerão nesta zona. Nos capítulos subseqüentes, descreve-se que aí os solos são de melhor fertilidade e são explorados com pequena agricultura, o que requer cuidados maiores, mais freqüentes observações e monitoramento constante.

GRAFICO 1 - VARIACAO DO LENÇOL FREATICO

POCO 1

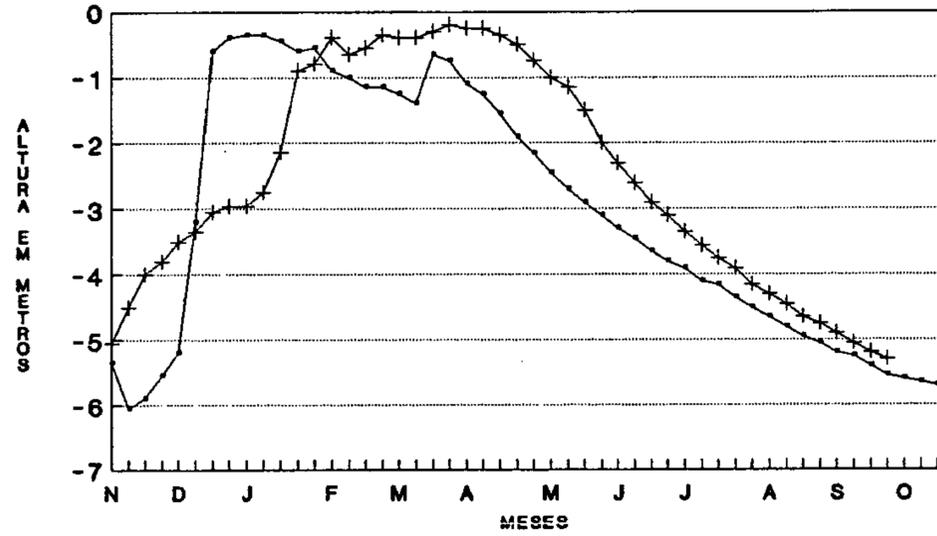
POCO 2



— 1989/1990 + 1990/1991

COTA 871.50

(Dados fornecidos pela CNEN/SLM)



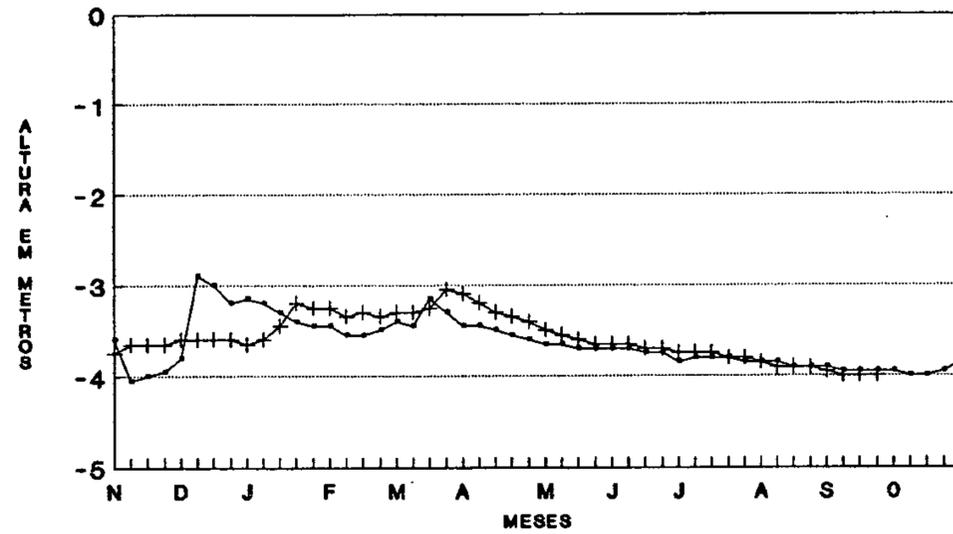
— 1989/1990 + 1990/1991

COTA 867,0

(Dados fornecidos pela CNEN/SLM)

POCO 3

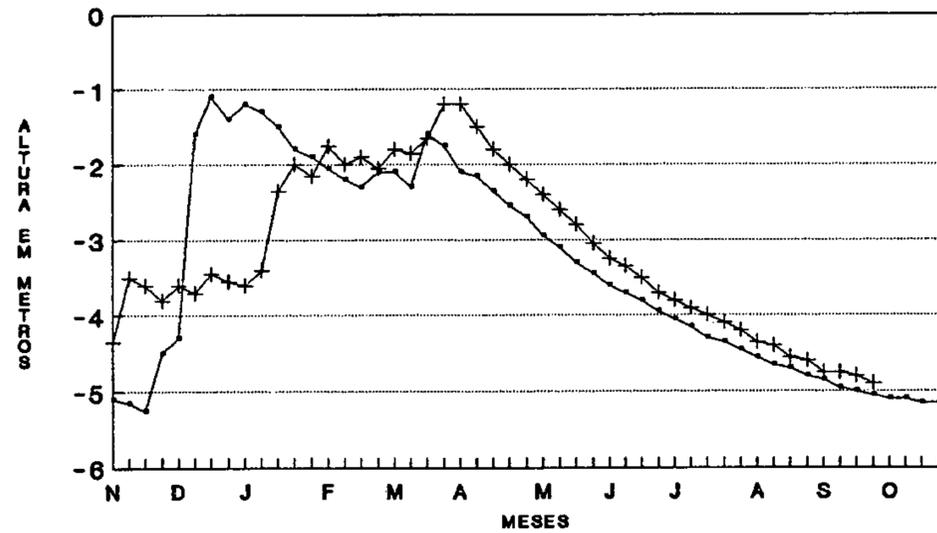
POCO 4



— 1989/1990 + 1990/1991

COTA 845,5

(Dados fornecidos pela CNEN/SLM)

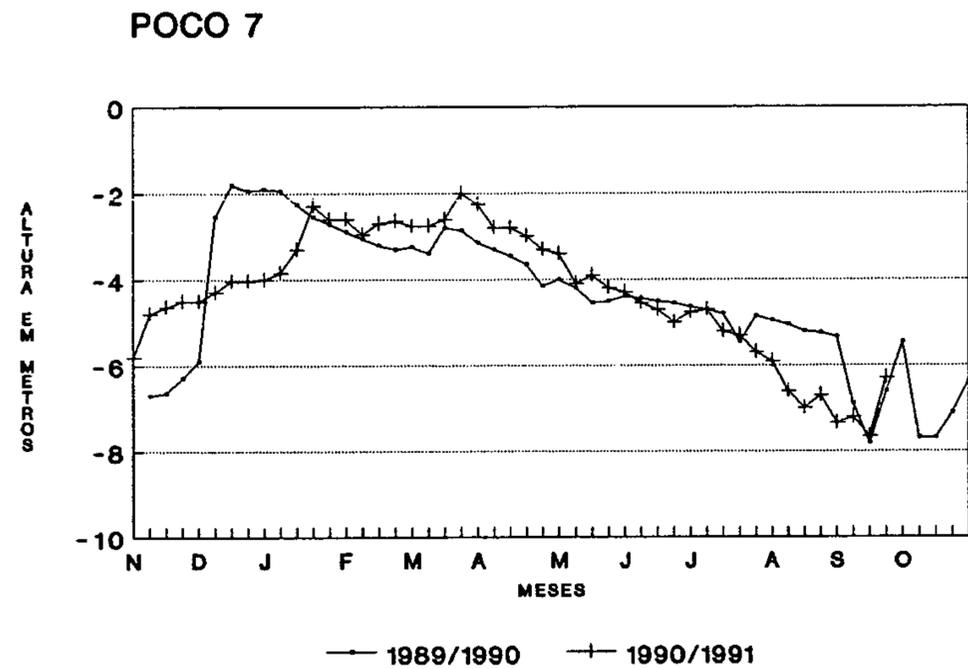


— 1989/1990 + 1990/1991

COTA 876,0

(Dados fornecidos pela CNEN/SLM)

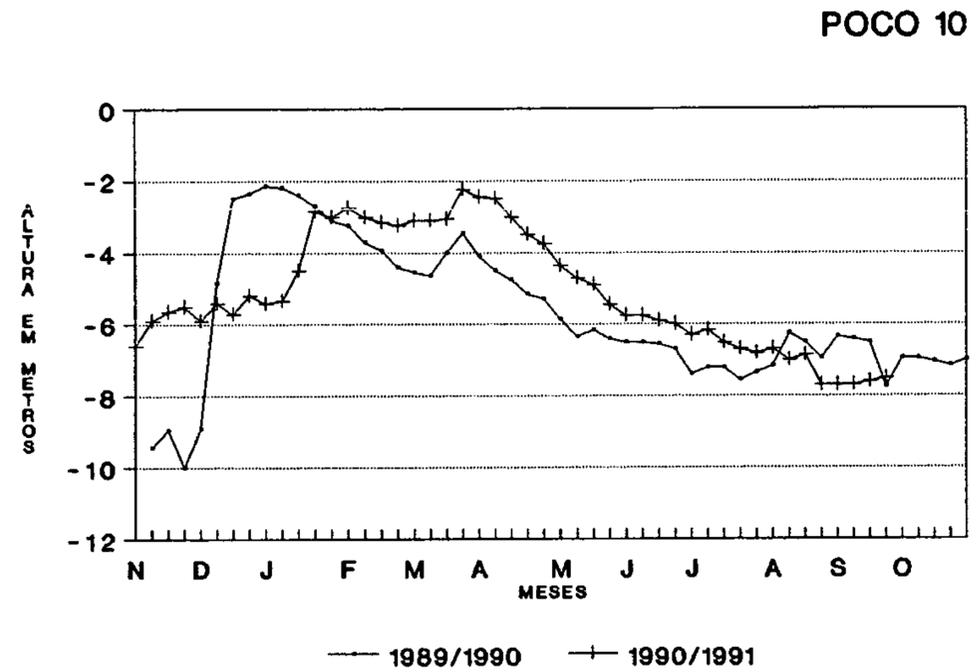
GRAFICO 2 VARIACAO DO LENCOL FREATICO



COTA 870,5

Nota: O poço sofre bombeamento eventual

(Dados fornecidos pela CNEN/SLM)



COTA 870,0

Nota: O poço sofre bombeamento eventual

(Dados fornecidos pela CNEN/SLM)

3. MÉTODOS DE TRABALHO

3.1 MÉTODOS DE TRABALHO DE CAMPO

No campo, as unidades de solos foram observadas através de exames em trincheiras especialmente abertas para este fim e em exposições em cortes de estradas. Quando não concrecionários, os solos também foram examinados com auxílio do trado do tipo "caneco". Utilizou-se também os poços abertos para coleta de amostras indeformáveis (geotécnicas), uma vez que mediam pelo menos 8 metros de profundidade, tornando ideais as condições de exame morfológico. Foram usados os critérios do "Manual de Método de Trabalho de Campo" da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, do Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos da EMBRAPA, do Soil Taxonomy e do Soil Survey Manual (USDA), este último, um dos pontos de partida dos métodos de levantamento utilizados no Brasil.

Os perfis de solo foram selecionados pela sua importância em termos de ocorrência e extensão de área ocupada, sendo descritos aqueles que representam o conceito central da unidade de mapeamento. No caso de áreas com muita variação, foi coletado um perfil por classe de solo ou amostras extras para confirmar a classificação.

Também foram coletadas amostras para avaliação da fertilidade superficial ou sub-superficial do solo, tanto para confirmar características de eutrofismo e distrofismo, quanto para se ter uma idéia da fertilidade das terras localizadas nos morrotes das unidades Ttr ou de tipos de terreno, visando trabalhos de adubação, plantios e enriquecimento em nutrientes para recuperação futura.

Visando a determinar os níveis mínimos de Cs^{137} em solos, a área que será objeto de estudos mais aprofundados para relocação do depósito de rejeitos foi amostrada de 100 em 100 e 50 metros no sentido norte-sul e leste-oeste para fins de análise da presença ou não do elemento em solos. Nos perfis, em cada horizonte amostrado para análises químicas, físicas e mineralógicas, também foram coletadas amostras para determinação de Cs^{137} .

Ao campo, foram repetidas as visitas em mais campanhas para delimitação das unidades de mapeamento, principalmente após o resultado das análises. Determinadas as associações de solos, elas foram denominadas segundo a classificação brasileira de solos e plotadas no mapa em escala 1:1.000.

3.2 MÉTODOS DE TRABALHO DE ESCRITÓRIO

No escritório foram procedidas atividades de mapeamento propriamente dito, definição final da legenda das unidades de mapeamento, descrição de perfis completos, tabulações, classificação dos solos, pesquisa bibliográfica, consultas, seleção de ilustrações fotográficas, desenho do mapa com base no levantamento topográfico em escala 1:1.000 realizado pela CNEN e digitação dos dados e tabelas para confecção do relatório final.

3.3 MÉTODOS DE TRABALHO DE LABORATÓRIO

3.3.1 ANÁLISES DE SOLOS

Preparação da Amostra

Passar a amostra em peneira de 2mm e deixar secar à sombra. Transferir a terra fina seca ao ar (TFSA) para saco plástico devidamente identificado.

Determinações

pH

- pH em H₂O – colocar 10ml de TFSA em copo plástico de 50ml; adicionar 25ml de H₂O destilada e agitar vigorosamente com bastão de vidro; após 30 minutos ler o pH.
- pH em KCl 1N – colocar 10ml de TFSA em copo plástico de 50ml; adicionar 25ml de KCl 1N e agitar vigorosamente com bastão de vidro; após 30 minutos ler o pH.

Alumínio Trocável

Colocar 5ml de TFSA em copinho de 80ml; adicionar 50ml de KCl 1N, agitar por 10 minutos e deixar em repouso durante a noite. Pipetar 10ml do extrato e titular com NaOH 0,01 N, usando 2 gotas de Azul de Bromotimol 0,1% como indicador. O volume de NaOH 0,01 N consumido corresponde ao teor de Al⁺³ em mE/100ml de TFSA. A viragem é de amarelo para azul.

H + Al

Método Volumétrico – pesar 2g de TFSA e colocar em erlenmyer de 50ml; adicionar 40ml de Acetato de Cálcio 1N a pH = 7; arrolhar o erlenmyer e agitar durante 15 minutos. Após a agitação manter os frascos tampados e deixar decantar durante a noite. Fazer uma prova em branco colocando 40ml de Acetato de Cálcio 1N no erlenmyer. No dia seguinte, pipetar 10ml do líquido sobrenadante, adicionar 3 gotas de Fenolftaleína 1% e titular com NaOH 0,0125 N até viragem para a cor rosa persistente. Titular a prova em branco e calcular o teor de H+Al pela expressão:

$$H+Al = (V_a - V_b) * 2,5 \quad \text{onde:}$$

V_a - volume de NaOH 0,0125 N gasto na titulação da amostra.

V_b - volume de NaOH 0,0125 N gasto na prova em branco.

Cálcio + Magnésio

Colocar 5ml de TFSA em copinho de 80ml; adicionar 50ml de KCl 1N, agitar por 10 minutos e deixar em repouso durante a noite.

Leitura – Ca + Mg

Pipetar 10ml do sobrenadante, colocar em erlenmyer de 50ml e adicionar:

2ml de Coquetel (Tampão a pH = 10)

1 pitada de Ácido Ascórbico

1 gota de NET (Negro Eriocromo T)

Titular com solução de EDTA 0,01 N até virarem de vermelho vinho para azul.

O volume de EDTA 0,01 N consumido corresponde ao teor de Ca + Mg em mE/100ml de TFSA.

Leitura – Ca

Pipetar 10ml do sobrenadante, colocar em erlenmyer de 50ml e adicionar:

- 2ml de KOH - KCN
- 1 pitada de Calcein

Titular com solução de EDTA 0,01 N até virarem de verde para rosa. O volume de EDTA consumido em ml, corresponde ao teor de Ca em mE/100ml de TFSA.

Leitura – Mg

O Mg é obtido por diferença entre o volume encontrado na titulação Ca + Mg e o volume encontrado na titulação do Ca. O teor de Mg também é dado em mE/100ml de TFSA.

Fósforo

Extrator Melich (H_2SO_4 0,025 + HCl 0,05 N) – colocar 5ml de TFSA em copinho de plástico de 80ml; adicionar 50ml de H_2SO_4 0,025 + HCl 0,05 N, tampar o copinho e agitar por 15 minutos. Deixar em repouso durante a noite ou até que se obtenha um sobrenadante límpido.

Em tubo de ensaio acrescentar:

- 5ml do sobrenadante
- 1 pitada de Ácido Ascórbico
- 10ml da solução diluída de Molibdato de Amônio

Agitar o tubo e deixar desenvolver cor por tempo mínimo de 30 minutos. Ler a absorbância da amostra em colorímetro usando filtro de 660nm.

Calibrar o aparelho usando uma prova em branco cujo preparo é o seguinte:

- 5ml de (H_2SO_4 0,025 + HCl 0,05 N
- 1 pitada de Ácido Ascórbico
- 10ml da solução diluída de Molibdato de Amônio

Além do BRANCO, utilizar uma amostra TESTEMUNHA e um padrão de concentração conhecida (10 ou 20ppm, de preferência).

Potássio

Colocar 5ml de TFSA em copinho de plástico de 80ml; adicionar 50ml de H_2SO_4 0,025 + HCl 0,05 N, tampar o copinho e agitar por 15 minutos. Deixar em repouso durante a noite. Pipetar cerca de 10ml do sobrenadante e fazer a leitura do potássio em fotômetro de chama.

Calibrar o aparelho usando a solução de H_2SO_4 0,025 + HCl 0,05 N para “zerar” o mesmo e ajustar o meio da escala com um padrão de 10ppm.

Comparar a leitura das amostras com uma tabela preparada com padrões de 2, 6, 10, 12 e 16 ppm em potássio. Como a amostra sofreu uma diluição de 10 vezes, estes padrões correspondem a 20, 60, 100, 120 e 160ppm de K no solo.

Matéria Orgânica

Pesar 1,00g de TFSA; colocar em frasco plástico de 80ml; adicionar 10ml de Bicromato de Sódio em meio ácido de concentração 4N. Agitar por 20 minutos e após uma hora completar o volume com água para 50ml. Homogeneizar e deixar em repouso por uma noite.

Retirar uma alíquota de aproximadamente 10ml para fazer a leitura colorimétrica em filtro de 660nm em aparelho colorimétrico ou espectrofotômetro.
Prova em branco – preparar solução idêntica às amostras sem o solo.
Comparar resultado com curva padrão previamente construída.

3.3.2 ANÁLISES MINERALÓGICAS

Foram realizadas nos laboratórios da CPRM (LAMIN). As análises por difração de raios X foram efetuadas usando-se o Difratorômetro Philips PW 1140, com tubo de Fe (40kv – 25 mA), filtro de Mn, contador proporcional, velocidade angular 2°/min., velocidade do registrador 1.200 mm/h, analisando tanto a amostra global como a fração fina, obtida em suspensão aquosa após 2 horas de sedimentação. A análise foi complementada por observação em microscópio, após bateação.

4. PROPRIEDADES ADOTADAS PARA SEPARAÇÃO DAS CLASSES DE SOLOS

4.1 HORIZONTES DIAGNÓSTICOS

Horizontes de solos são camadas, aproximadamente paralelas à superfície dos mesmos, constituídas por uma série de propriedades geradas pelos processos de formação dos solos e que diferem entre horizontes que estão imediatamente sobrepostos ou subjacentes. A diferenciação entre horizontes é determinada pela suas características que podem ser visualizadas a campo, como cor, estrutura, textura, consistência, presença de camadas endurecidas, carbonatos e muitas outras. No entanto, é comum a diferenciação ser somente possível após as análises de laboratório.

Conforme os critérios atualmente usados no país, os horizontes diagnósticos são superficiais (horizonte A) e subsuperficiais (horizontes B), ambos podendo ou não coincidir com as definições da *Soil Taxonomy*.

a - HORIZONTES SUPERFICIAIS

A moderado

É o único horizonte superficial identificado na região compreendida no levantamento. Suas características assemelham-se ao *ochric epipedon* da classificação norte-americana. São variáveis as quantidades de matéria orgânica e carbono, bem como espessura e estrutura, normalmente granular, com grau de desenvolvimento fraco a moderado. Sob o ponto de vista da reserva de nutrientes para as plantas, são de baixa fertilidade e quando eutróficos, não tem espessura suficiente para serem classificados como outro tipo de horizonte ou epipedon, além do excesso de concreções na massa do solo.

b - HORIZONTES SUBSUPERFICIAIS

B textural

É um horizonte mineral no qual houve incremento de argila (fração menor que 0,002mm da TFSA) por formação in situ, herança do material de origem e ou iluviação, produzindo filmes orientados envolvendo elementos de estrutura ou não, decorrente da migração dos horizontes superiores. Esses filmes são denominados cerosidade. O B textural na região corresponde a um incremento de argila no horizonte B₂ que satisfaz à condição para solos de textura média no A. Sua diferenciação também é evidente pelas cores, normalmente avermelhadas ou amareladas, nitidamente distintas do A ou do C. Quando possível, não havendo mascaramento da morfologia pela quantidade de concreções, há presença de estrutura em blocos subangulares, de fraco a moderado grau de desenvolvimento. Na região levantada, o B textural não corresponde à definição do *argilic horizon* da classificação norte-americana devido à falta de indícios de migração (cerosidade) a partir de um horizonte E (eluvial) superficial.

B latossólico

É um horizonte mineral subsuperficial, constituído em geral por argilas do tipo 1:1, sesquióxidos de ferro e alumínio e minerais primários resistentes ao intemperismo como o quartzo. Corresponde ao *oxic horizon* da classificação norteamericana, está presente em solos com pouca diferenciação entre horizontes, transições difusas, estrutura tipo "pó-de-café", muito pequena a pequena granular com grande estabilidade entre os microgrânulos. Horizontes desse tipo são comuns em superfícies geomórficas muito antigas e estáveis. Em muitos casos, o pH em KCl é maior que em água, denotando troca aniônica maior que catiônica, conseqüentemente, avançado estágio de intemperização do material de origem. Deve ter sempre menos de 4% de minerais facilmente intemperizáveis na fração areia, não mais que traços de argilominerais do grupo das esmectitas, baixos valores V% e capacidade de troca de cátions menor que 13 meq/100g de argila após correção para carbono. A relação silte/argila deve ser menor que 0,7 nos solos de textura média, como é o caso dos solos da área. Esse tipo de horizonte é característico da classe dos latossolos.

B incipiente

É um horizonte mineral, subjacente ao A, que sofreu alteração física e química suficiente para o desenvolvimento de cor ou estrutura, no qual mais da metade do volume de todos os subhorizontes não constitui estrutura da rocha original. A textura é variável, na área é média. Difere do B latossólico pela relação silte/argila, que é maior que 0,7, para solos com menos de 35% de argila na fração terra fina. O B incipiente caracteriza solos em evolução ou solos que ainda não atingiram suficiente expressão de horizontes para um B latossólico ou textural.

4.2 OUTRAS CARACTERÍSTICAS DIAGNÓSTICAS

PLINTITA – é uma formação constituída de mistura de óxidos de ferro, de alumínio e outros com quartzo, pobre em humus, que ocorre normalmente em forma de uma malha intrincada de cores e mosqueados vermelhos, amarelos, acinzentados sobre matriz de diversas cores com padrões vesiculares, reticulares, poligonais e laminares. Caracteriza-se pelo endurecimento irreversível após sucessivos ciclos de umedecimento e secagem, decorrente das condições climáticas e da flutuação do lençol freático. A consistência desse material é firme quando úmido e extremamente dura quando seco. Submersa em água por 2 horas, a plintita não esboroa, mas pode ser quebrada ou amassada à mão após esse tempo de submersão.

PETROPLINTITA – material proveniente da plintita, reconhecido como material ferruginoso semiconsolidado ou consolidado irreversivelmente, principalmente por desidratação, dando lugar a concreções lateríticas, canga de dimensões variáveis, contínua ou quebrada e descontínua. Segundo Smith, Brito & Luke, 1977, o endurecimento da plintita pode vir a gerar um horizonte litoplíntico.

4.3 CRITÉRIOS PARA DISTINÇÃO ENTRE CLASSES DE SOLOS

Baseiam-se naqueles estabelecidos pelo Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos (SNLCS/EMBRAPA), derivados em parte do Soil Survey Manual e Soil Taxonomy (USDA). Considerou-se como características distintivas, os seguintes conceitos e denominações:

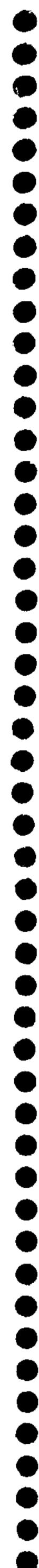
- capacidade de troca de cátions – refere-se ao processo reversível de troca iônica entre uma fase sólida e outra líquida ou sólida. Em solos, é expressa em forma de soma das bases Ca^{++} , Mg^{++} , K^+ , Na^+ (valor S), aos H^+ e Al^{+++} . Esse valor expressa o status de fertilidade natural de um solo e é altamente significativa na separação de classes;
- saturação de bases – refere-se à taxa percentual de cátions básicos trocáveis em relação à capacidade de troca de cátions determinada a pH 7. Continuou-se considerando “alta saturação” ao valor de 50%. Para distinções, é considerada a saturação do horizonte B, sendo levada em conta a do horizonte A no caso dos litólicos ou utilizando-se o prefixo “epi” para caracterizar alta saturação superficial;
- caráter eutrófico – designa solos com fertilidade natural média a alta, com saturação de bases (V%) superior a 50%;
- caráter distrófico – caracteriza solos com fertilidade natural baixa, com saturação de bases (V%) inferior a 50% e saturação com alumínio trocável também inferior a 50%;
- caráter álico – caracteriza solos que possuem saturação com alumínio trocável igual ou superior a 50% e concomitantemente teor de alumínio trocável igual ou superior a 0,3 mE/100g;
- argila de atividade baixa – caracteriza solos com capacidade de troca de cátions (valor T) inferior a 24 mE/100g de argila, após correção para carbono orgânico. A correção é feita utilizando-se a expressão: $T - (4,5 \times C \text{ orgânico})/\text{argila total}$.
- caráter concrecionário – caracterização utilizada para designar solos que apresentam 15 a 50% de concreções ferruginosas próximo ou à superfície do solo, estendendo-se a mais de 50cm de profundidade ou em todo o *solum*;
- caráter epieutrófico – caracteriza solos eutróficos em horizontes superficiais (A₁, A₃);
- caráter endodistrófico – caracteriza solos distróficos nos horizontes subsuperficiais (B₁, B₂);
- cascalhento – designa solos ou texturas com 15 a 50% de cascalhos ou em todo o perfil ou na massa do horizonte analisada;
- muito cascalhento – termo utilizado quando a quantidade de cascalhos ultrapassa 50% do volume do horizonte ou da massa texturada;
- plíntico – termo utilizado para designar solos ou horizontes que apresentam 5% ou mais de plintita (por volume) em algum horizonte dentro dos 150cm de profundidade;
- endopetroplíntico – especificação usada para caracterizar solos com horizonte A livre de concreções, que estão presentes a partir do topo do horizonte B;
- textura média – quando o teor de argila na composição granulométrica se situa entre 15 e 35%;

- argilosa – quando o teor de argila na composição granulométrica se situa entre 35 e 60%. A representação da textura superficial e subsuperficial é binária, quando os solos apresentam marcantes diferenças entre horizontes ou, por definição, a classe de solos deve ser assim identificada;
- fases de relevo – conforme a declividade obtida em percentagem, o tipo de vertente e o seu comprimento, as unidades de solos foram correlacionadas ao relevo, utilizando-se as expressões usuais para a classificação de solos;
- . relevo plano – superfície de topografia horizontal, com declives entre 3 e 8%;
- . suave ondulado – superfície de topografia pouco movimentada, com declives entre 3 e 8%;
- . ondulado – superfície de topografia mais movimentada, com declives que variam de 8% a 20%;
- . forte ondulado – superfície movimentada, apresentando declives da ordem de 20 a 45%. Na área, só ocorrem em casos especiais ou nos “morrotes” formados pela retirada de concreções para material de empréstimo.

4.4 OUTRAS FEIÇÕES MORFOLÓGICAS RELEVANTES

- Cor – obtida comparando-se amostras indeformadas de torrões de solos a úmido e a seco, com a Munsell Soil Color Charts, com notação de matiz (10 ou 5 por exemplo), croma e valor. Os resultados são expressos em fração (ex. 10YR5/4), com o nome da cor traduzido segundo o Manual da SBCS.
- Estrutura – refere-se aos agregados primários das partículas de solos, individualmente chamadas *peds*. Na descrição de campo, considera-se o arranjo destas partículas, o seu tamanho e o desenvolvimento desses elementos de estrutura. A estrutura dos horizontes foi caracterizada:
 - a) pelo tamanho das partículas – muito pequena, pequena, média e grande por comparação com figuras do referido Manual;
 - b) pelo grau de desenvolvimento – fraca, moderada ou fortemente desenvolvida, caracterizando a expressão dos *peds* ou agregados;
 - c) pelo tipo – granular quando os agregados se apresentam em grânulos arredondados, em blocos angulares ou subangulares quando se apresentam em forma de poliedros arestados, e grãos simples quando se identificam apenas grãos de quartzo no “esqueleto” da massa de solo;
- Consistência – compreende os atributos do material de solos, expressos pelo grau e tipo de coesão e adesão ou pela resistência à deformação ou ruptura. A terminologia inclui termos separados para descrição em três tipos de conteúdo de umidade – a seco, a úmido e a molhado. A avaliação se faz a campo, umedecendo a amostra conforme o teor desejado, atribuindo-se graus de consistência:
 - a) a seco – solto, macio, ligeiramente duro, duro, muito duro e extremamente duro, conforme a resistência do torrão à ruptura;
 - b) a úmido – solto, muito friável, friável, firme, muito firme e extremamente firme, também de acordo com a resistência do torrão umedecido à ruptura;

- c) a molhado – determinando-se a pegajosidade, nos graus não-pegajoso, ligeiramente pegajoso, pegajoso e muito pegajoso e a plasticidade, nos graus não-plástico, ligeiramente plástico, plástico e muito plástico. Estas determinações se fazem com teores de umidade muito próximos da capacidade de campo.
- Transições – são as faixas de transição entre dois horizontes, determinadas:
- a) quanto à topografia – planas quando horizontais e onduladas quando se apresentam, como o nome o diz, em ondulações;
 - b) quanto à espessura da faixa de transição – abrupta (< 2,5cm), clara (entre 2,5 e 7,5cm), gradual (7,5 a 12cm) e difusa (> 12cm)
- Classes de drenagem interna dos perfis – dizem respeito à avaliação in situ das condições de permeabilidade interna dos solos. Esta avaliação se faz a campo, de forma visual e analisando-se a morfologia dos solos, pela presença de cores de redução e oxidação, evidenciando má drenagem no primeiro caso e boa drenagem no segundo, presença de horizontes impeditivos à percolação d'água, textura e estrutura dos solos. Em geral, nos perfis coletados, as classes de drenagem são as seguintes:
- a) acentuadamente drenados – solos com rápida remoção d'água, de textura média, estrutura muito pequena a pequena granular, porosos e bastante permeáveis. Drenagem interna típica de Latossolo Vermelho Amarelo;
 - b) bem drenados – solos que apresentam fácil remoção d'água, porém não de forma tão rápida quanto os anteriormente citados. São de textura média e argilosa, ocorrendo mosqueados de redução em profundidade;
 - c) moderadamente drenados – solos que apresentam lenta remoção d'água, de modo que permanecem molhados por alguns períodos significativos do ano, entretanto com pouca duração. Têm alguma camada de permeabilidade lenta no *solum* ou abaixo dele, podendo ocorrer mosqueados de redução na parte inferior ou no topo do horizonte B;
 - d) imperfeitamente drenados – solos em que a água percola lentamente, permanecendo molhados em períodos significativos mas não na maior parte do ano. Apresentam-se com algum mosqueado de redução de ferro no perfil e ou horizontes plúnticos superficiais.



5. PERFIS DE SOLOS
DESCRIÇÃO E ANÁLISES

PERFIL - Nº 01

A. DESCRIÇÃO GERAL

DATA - 29/06/91

CLASSIFICAÇÃO - SOLO PETROPLÍNTICO argila de atividade baixa A moderado textura média relevo plano.

UNIDADE DE MAPEAMENTO - SPd4

LOCALIZAÇÃO - Em torno do depósito de resíduos radioativos em Abadia de Goiás.

SITUAÇÃO, DECLIVE E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL - Trincheira situada em relevo plano, com menos de 2% de declive e sob cobertura de vegetação de cerrado.

ALTITUDE - 881 metros

LITOLOGIA - Granada-muscovita-biotita-quartzo xisto.

FORMAÇÃO GEOLÓGICA - Grupo Araxá - Unidade C.

PERÍODO - Précambriano Médio.

MATERIAL ORIGINÁRIO - Produto da decomposição das rochas acima, com adição de materiais orgânicos e minerais em superfície.

PEDREGOSIDADE - Alguns blocos de canga laterítica disseminados em superfície.

ROCHOSIDADE - Ausente

RELEVO REGIONAL - Plano a suave ondulado

EROSÃO - Laminar ligeira

DRENAGEM - Bem drenado, com impedimento devido à couraça laterítica, a partir de 70cm.

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA - Cerrado

USO ATUAL - Pastagem

DESCRITO E COLETADO POR - Ari Délcio Cavedon e Leonam F. Pereira de Souza

B. DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

- A_{1cn}** 0 – 15cm, bruno escuro (10 YR 4/3, sêco) e bruno muito escuro (10 YR2/2, úmido); franco argilo-arenoso cascalhento; fraca muito pequena a média granular; ligeiramente duro, friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição plana e gradual.
- A_{3cn}** 15 – 35cm, bruno-amarelado (10 YR 5/4, sêco) e bruno-amarelado escuro (10 YR 3/4, úmido); franco argilo-arenoso cascalhento; fraca muito pequena a média granular; duro, muito friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição plana e clara.
- B_{1cn}** 35 – 70cm, bruno-amarelado (10 YR 5/8, úmido); franco-argilo-arenoso com sensação de franco a campo; muito pequena a pequena blocos subangulares e grãos simples; duro, friável, ligeiramente plástico a plástico e pegajoso; transição ondulada e abrupta (15 – 45cm).
- B_{picn}** 70 – 150⁺cm, amarelo-avermelhado (7,5 / 8 YR 6/8, úmido), bruno-avermelhado escuro (2,5 YR 2,5 / 4, úmido), vermelho (2,5 YR 4/8, úmido) e amarelo-brunado (10 YR 6/8, úmido); pouco material não concrecionário impedindo determinação da textura e consistência. Horizonte constituído de canga laterítica vesicular, cujas vesículas estão preenchidas por material pulverulento de cor amarelo-avermelhada (7,5 YR 6/8, úmido); as demais cores descritas para este horizonte referem-se ao material consolidado.
- RAÍZES** Comuns secundárias até 4cm de diâmetro no A_{1cn}, comuns fasciculares e poucas secundárias até 1cm de diâmetro no A_{3cn} e comuns fasciculares no B_{1cn}.

OBSERVAÇÕES:

A partir de 1,20cm de profundidade aparecem fragmentos abundantes de rocha quartzosa ferruginosa, bastante intemperizada.

O peneiramento em campo determinou, em peneira comum de 2mm de tela a seguinte porcentagem de concreções por horizonte:

- | | |
|----------------|------------------------|
| A ₁ | 50 a 60% de concreções |
| A ₃ | 70 a 80% de concreções |
| B ₁ | até 70% de concreções |

As demais frações foram encaminhadas ao laboratório para separação da TFSA.

As concreções apresentam aspecto ferruginoso, são arredondadas ou arestadas, aumentando de tamanho com a profundidade (até 2cm de diâmetro no A_{1cn} e 5cm no B_{1cn}).

Fragmentos de canga ferruginosa vesicular e de rocha quartzosa podem ser observados desde a superfície; calhaus e matacões a partir de 130cm.

A transição ondulada e abrupta, do B_{1cn} para a couraça laterítica apresenta as seguintes variações de espessura no perfil descrito:

máxima - 35 a 80cm

mínima - 35 a 50cm

Perfil descrito e coletado no poço/trincheira nº 5, do levantamento geotécnico.

RESULTADOS DE ANÁLISE - DIFRAÇÃO DE RAIOS X

Nº de Campo	Nº de Lab.	Minerais Identificados	Fração Fina
1866 - P01 A _{1cn} 0 - 15 Global	CGU 638 Global	Quartzo, Gibbsita, Goethita, Ilmenita, Rutilo, Magnetita, Turmalina, Zircão.	Não foi detectada presença de minerais de argila.
1866 - P01 A _{3cn} 15 - 35 Global	CGU 639 Global	Quartzo, Gibbsita, Goethita, Hematita, Magnetita, Rutilo, Zircão, Turmalina.	Mineral do grupo da caulinita.
1866 - P01 B _{1cn} 35 - 70 Global	CGU 640	Quartzo, Gibbsita, Goethita, Rutilo, Hematita, Magnetita, Turmalina, Zircão.	Não foi detectada presença de minerais de argila.

PERFIL Nº 01

AMOSTRAS DE LABORATÓRIO Nº GYM 499, 500, 501

HORIZONTE		GRANULOMETRIA %				Silte/ Argila
Símbolo	Prof.(cm)	Areia Grossa 2,0-0,2mm	Areia Fina 0,2-0,05mm	Silte 0,05-0,002mm	Argila < 0,002mm	
A _{1cn}	0 - 15	32	39	7	22	0,32
A _{3cn}	15 - 35	26	43	11	20	0,55
B _{1cn}	35 - 70	22	36	15	27	0,56

HORIZONTE		COMPLEXO SORTIVO (mE/100g)				
Símbolo	Prof.(cm)	Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	Na ⁺	S
A _{1cn}	0 - 15	1,6	0,6	0,16	0,01	2,4
A _{3cn}	15 - 35	0,3	0,2	0,07	0,01	0,6
B _{1cn}	35 - 70	0,3	0,1	0,04	0,01	0,4

HORIZONTE		Al ⁺³	H ⁺	T	V %	P(ppm)	100 Na/T	100 Al ⁺³
Símbolo	Prof.(cm)							Al ⁺³ + S
A _{1cn}	0 - 15	0,3	5,3	8,0	30	3	0	11
A _{3cn}	15 - 35	0,4	4,0	5,0	12	1	0	41
B _{1cn}	35 - 70	0,1	3,3	3,8	12	1	0	18

HORIZONTE		pH (1 : 1)		C %	M.O. %
Símbolo	Prof.(cm)	H ₂ O	KCl		
A _{1cn}	0 - 15	5,3	4,4	1,80	3,1
A _{3cn}	15 - 35	5,2	4,3	1,16	2,0
B _{1cn}	35 - 70	5,4	4,5	0,93	1,6

PERFIL - Nº 02

A. DESCRIÇÃO GERAL

DATA - 29/06/91

CLASSIFICAÇÃO - SOLO PETROPLÍNTICO LITÓLICO DISTRÓFICO argila de atividade baixa A moderado textura média relevo plano.

UNIDADE DE MAPEAMENTO - SPd4

LOCALIZAÇÃO - Em torno do depósito de resíduos radioativos em Abadia de Goiás.

SITUAÇÃO, DECLIVE E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL - Trincheira situada em relevo plano, com menos de 2% de declive e sob cobertura de vegetação de cerrado.

ALTITUDE - 879 metros

LITOLOGIA - Granada-muscovita-biotita-quartzo xisto.

FORMAÇÃO GEOLÓGICA - Grupo Araxá - Unidade C.

PERÍODO - PréCambriano Médio.

MATERIAL ORIGINÁRIO - Produto da decomposição das rochas acima citadas com provável influência de material alóctone.

PEDREGOSIDADE - Alguns blocos de canga laterítica disseminados em superfície.

ROCHOSIDADE - Ausente

RELEVO REGIONAL - Plano e suave ondulado.

EROSÃO - Laminar ligeira.

DRENAGEM - Impedida por canga laterítica a 30cm de profundidade. O horizonte A é bem drenado.

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA - Cerrado

USO ATUAL - Pastagem.

DESCRITO E COLETADO POR - Ari Délcio Cavedon e Leonam F. Pereira de Souza

B. DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

A_{cn} 0 - 25cm, bruno-acinzentado escuro (10 YR 4/2, seco) e bruno muito escuro (10 YR 2/2, úmido); franco argilo-arenoso; fraca muito pequena a grande granular e blocos subangulares; ligeiramente duro, muito friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição ondulada e abrupta (20 a 30cm).

RAIZES Comuns, fasciculares no A.

OBSERVAÇÕES:

Calhaus e matacões são observados a partir de 30cm de profundidade.

A canga laterítica encontra-se próximo à superfície (± 25 cm).

As concreções ferruginosas somam quase 65% da massa de solo no horizonte coletado (A) e apresentam formas arredondadas, em tamanhos variados de até 4cm de diâmetro (calhaus).

Existem cupinzeiros em volta do local da coleta, e o mais próximo está a uma distância aproximada de 5m.

A espessura do horizonte amostrado (A) varia de 0 - 20 a 0 - 30cm (transição ondulada).

RESULTADOS DE ANÁLISE - DIFRAÇÃO DE RAIOS X

Nº de Campo	Nº de Lab.	Minerais Identificados	Fração Fina
1866 - P02 A _{cn} 0 - 25 Global	CGU 641 Global	Quartzo, Gibbsita, Rutilo, Ilmenita, Hematita, Magnetita, Turmalina, Zircão.	Não foi detectada presença de minerais de argila.

PERFIL Nº 02

AMOSTRAS DE LABORATÓRIO Nº GYM 502

HORIZONTE		GRANULOMETRIA %				Silte/ Argila
Símbolo	Prof.(cm)	Areia Grossa	Areia Fina	Silte	Argila	
		2,0-0,2mm	0,2-0,05mm	0,05-0,002mm	< 0,002mm	
A	0-25	29	39	10	22	0,45

HORIZONTE		COMPLEXO SORTIVO (mE/100g)				
Símbolo	Prof.(cm)	Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	Na ⁺	S
A	0-25	0,7	0,3	0,10	0,01	1,1

HORIZONTE		Al ⁺³	H ⁺	T	V %	P(ppm)	100 Na/T	100 Al ⁺³
Símbolo	Prof.(cm)							Al ⁺³ + S
A	0-25	0,3	4,0	5,4	21	1	0	21

HORIZONTE		pH (1 : 1)		C %	M.O. %
Símbolo	Prof.(cm)	H ₂ O	KCl		
A	0-25	5,5	4,4	1,57	2,7

PERFIL - Nº 03 (EXTRA)**A. DESCRIÇÃO GERAL**

DATA - 29/06/91

CLASSIFICAÇÃO - SOLO PETROPLÍNTICO EPIÁLICO ENDODISTRÓFICO argila de atividade baixa A moderado textura média relevo plano.

UNIDADE DE MAPEAMENTO - SPd4

LOCALIZAÇÃO - Em torno do depósito de resíduos radioativos em Abadia de Golás.

SITUAÇÃO, DECLIVE E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL - Trincheira situada em relevo plano, com 2% de declive e sob cobertura de vegetação de cerrado.

ALTITUDE - 877 metros

LITOLOGIA - Granada-muscovita-biotita-quartzo xisto.

FORMAÇÃO GEOLÓGICA - Grupo Araxá - Unidade C.

PERÍODO - Précambriano Médio.

MATERIAL ORIGINÁRIO - Produto da decomposição das rochas acima citadas.

PEDREGOSIDADE - Alguns blocos de canga laterítica disseminados em superfície.

ROCHOSIDADE - Ausente

RELEVO REGIONAL - Plano e suave ondulado.

EROSÃO - Laminar ligeira.

DRENAGEM - Bem drenado. Moderada a imperfeitamente drenado em profundidade.

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA - Cerrado

USO ATUAL - Pastagem.

DESCRITO E COLETADO POR - Ari Délcio Cavedon e Leonam F. Pereira de Souza

A_{cn} 0 - 20cm, franco-argilo-arenoso.
B_{cn} 40 - 60cm, franco-argilo-arenoso.

RESULTADOS DE ANÁLISE - DIFRAÇÃO DE RAIOS X

Nº de Campo	Nº de Lab.	Minerais Identificados	Fração Fina
1866 - P03 A _{cn} 0 - 20 Gobal	CGU 642 Global	Quartzo, Gibbsita, Goethita, Grupo da Caulinita, Hematita, Rutilo, Ilmenita, Zircão, Magnetita, Turmalina.	Mineral do Grupo da Caulinita, Illita (traços).
1866 - P03 B _{cn} 40 - 60 Global	CGU 643 Global	Quartzo, Goethita, Gibbsita, Grupo da Caulinita, Grupo das Micas, Hematita, Ilmenita, Magnetita, Rutilo, Turmalina, Zircão.	Mineral do Grupo da Caulinita, Illita.

PERFIL Nº 03 (EXTRA) AMOSTRA(S) DE LABORATÓRIO Nº GYM 503 - GYM 504

HORIZONTE		GRANULOMETRIA %				Silte/ Argila
Símbolo	Prof.(cm)	Areia Grossa 2,0-0,2mm	Areia Fina 0,2-0,05mm	Silte 0,05-0,002mm	Argila < 0,002mm	
A	0 - 20	32	33	12	23	0,52
B	40 - 60	23	27	17	33	0,52

HORIZONTE		COMPLEXO SORTIVO (mE/100g)				
Símbolo	Prof.(cm)	Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	Na ⁺	S
A	0 - 20	0,2	0,1	0,07	0	0,4
B	40 - 60	0,2	0,1	0,05	0	0,4

HORIZONTE		Al ⁺³	H ⁺	T	V %	P(ppm)	100 Na/T	100 Al ⁺³
Símbolo	Prof.(cm)							Al ⁺³ + S
A	0 - 20	0,7	3,5	4,6	8	1	0	65
B	40 - 60	0,1	2,7	3,2	11	1	0	22

HORIZONTE		pH (1 : 1)		C %	M.O. %
Símbolo	Prof.(cm)	H ₂ O	KCl		
A	0 - 20	4,3	4,2	1,16	2,0
B	40 - 60	5,1	4,7	0,70	1,2

PERFIL - Nº 04 (EXTRA)**A. DESCRIÇÃO GERAL**

DATA - 29/06/91

CLASSIFICAÇÃO - SOLO PETROPLÍNTICO COM B TEXTURAL EPIEUTRÓFICO ENDO-DISTRÓFICO argila de atividade baixa A moderado textura média/argilosa relevo ondulado.

UNIDADE DE MAPEAMENTO - SPd5

LOCALIZAÇÃO - Em torno do depósito de resíduos radioativos em Abadia de Goiás.

SITUAÇÃO, DECLIVE E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL - Trincheira situada em encosta com relevo ondulado, com 12% de declive e sob cobertura de capim Jaraguá e relictos de floresta subperenifólia da margem esquerda do rio Quati.

ALTITUDE - 870 metros

LITOLOGIA - Granada-muscovita-biotita-quartzo xisto.

FORMAÇÃO GEOLÓGICA - Grupo Araxá - Unidade C.

PERÍODO - Précambriano Médio.

MATERIAL ORIGINÁRIO - Produto da decomposição das rochas acima citadas, com adução de materiais orgânicos e minerais em superfície.

PEDREGOSIDADE - Alguns blocos de canga laterítica disseminados em superfície.

ROCHOSIDADE - Ausente

RELEVO REGIONAL - Ondulado a forte ondulado na encosta do rio Dourado.

EROSÃO - Laminar ligeira.

DRENAGEM - Bem drenado. Moderadamente drenado a imperfeitamente drenado a 1,5 metros de profundidade,

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA - Cerrado

USO ATUAL - Pastagem. Este solo é cultivado com fruteiras (mangueiras), hortaliças, milho e mandioca.

DESCRITO E COLETADO POR - Ari Délcio Cavedon e Leonam F. Pereira de Souza

A_{1cn} 0 – 15cm, franco-argilo-arenoso.

A_{3cn} 15 – 30cm, franco-argilo-arenoso.

B_{cn} 40 – 60cm, argila.

RESULTADOS DE ANÁLISE - DIFRAÇÃO DE RAIOS X

Nº de Campo	Nº de Lab.	Minerais Identificados	Fração Fina
1866 - P04 A _{1cn} 0 - 15 Global	CGU 644 Global	Quartzo, Goethita aluminosa, Gibbsita, Grupo da Caulinita, Grupo das Micas, Hematita, Rutilo, Ilmenita, Magnetita, Zircão, Pirofilita.	Mineral do Grupo da Caulinita, Illita.
1866 - P04 A _{3cn} - 30 Global	CGU 645 Global	Quartzo, Goethita, Hematita, Rutilo, Magnetita, Ilmenita, Turmalina, Zircão.	Mineral do Grupo da Caulinita.
1866 - P04 B _{cn} 50 - 70 Global	CGU 646 Global	Quartzo, Goethita, Gibbsita, Hematita, Ilmenita, Rutilo, Magnetita, Turmalina, Zircão, Anatásio.	Mineral do Grupo da Caulinita.

PERFIL Nº 04 (EXTRA) AMOSTRA(S) DE LABORATÓRIO Nº GYM 505 A 507

HORIZONTE		GRANULOMETRIA %				Silte/ Argila
Símbolo	Prof.(cm)	Areia Grossa	Areia Fina	Silte	Argila	
		2,0-0,2mm	0,2-0,05mm	0,05-0,002mm	< 0,002mm	
A _{1cn}	0 - 15	32	32	13	23	0,57
A _{3cn}	15 - 30	30	30	14	26	0,54
B _{cn}	40 - 60	19	21	19	41	0,46

HORIZONTE		COMPLEXO SORTIVO (mE/100g)				
Símbolo	Prof.(cm)	Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	Na ⁺	S
A _{1cn}	0 - 15	3,5	0,7	0,17	0,02	4,4
A _{3cn}	15 - 30	2,8	1,0	0,14	0,01	3,9
B _{cn}	40 - 60	1,0	0,8	0,12	0,02	1,9

HORIZONTE		Al ⁺³	H ⁺	T	V %	P(ppm)	100 Na/T	100 Al ⁺³
Símbolo	Prof.(cm)							Al ⁺³ + S
A _{1cn}	0 - 15	0,0	3,9	8,3	53	2	0	0
A _{3cn}	15 - 30	0,0	3,6	7,5	52	1	0	0
B _{cn}	40 - 60	0,0	2,2	4,1	47	1	0	0

HORIZONTE		pH (1 : 1)		C %	M.O. %
Símbolo	Prof.(cm)	H ₂ O	KCl		
A _{1cn}	0 - 15	5,3	4,7	2,49	4,3
A _{3cn}	15 - 30	5,4	4,7	2,20	3,8
B _{cn}	40 - 60	6,0	5,4	0,93	1,6

PERFIL - Nº 05

A. DESCRIÇÃO GERAL

DATA - 30/06/91

CLASSIFICAÇÃO - SOLO PETROPLÍNTICO EPICONCRECIONÁRIO COM B INCIPIENTE argila de atividade baixa A moderado textura média relevo plano.

UNIDADE DE MAPEAMENTO - SPd4

LOCALIZAÇÃO - Em torno do depósito de resíduos radioativos em Abadia de Goiás.

SITUAÇÃO, DECLIVE E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL - Trincheira situada em relevo plano, com menos de 2% de declive e sob cobertura de vegetação de cerrado.

ALTITUDE - 879 metros.

LITOLOGIA - Granada-muscovita-biotita-quartzo xisto.

FORMAÇÃO GEOLÓGICA - Grupo Araxá - Unidade C.

PERÍODO - PréCambriano Médio.

MATERIAL ORIGINÁRIO - Produto da decomposição das rochas acima descritas com influência de material de outras fontes, principalmente em superfície.

PEDREGOSIDADE - Alguns blocos de canga laterítica disseminados pela superfície do solo.

ROCHOSIDADE - Ausente.

RELEVO REGIONAL - Plano e suave ondulado.

EROSÃO - Laminar ligeira.

DRENAGEM - Bem drenado. Imperfeitamente drenado em profundidade.

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA - Cerrado

USO ATUAL - Pastagem.

DESCRITO E COLETADO POR - Ari Délcio Cavedon e Leonam F. Pereira de Souza

B. DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

- A_{1cn}** 0 – 1cm, bruno-amarelado (10 YR 5/4, seco) e bruno escuro (10 YR 3/3, úmido); franco arenoso; fraca pequena a média blocos subangulares e granular; ligeiramente duro, muito friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição plana e clara.
- A_{3cn}** 13 – 33cm, coloração variegada composta de bruno-amarelado (10 YR 5/6, seco), amarelo (10 YR 7/8, seco), bruno-amarelado escuro (10 YR 4/6, seco) e bruno-amarelado escuro (10 YR 4/4, úmido), bruno escuro (10 YR 3/3, úmido); franco-arenoso, fraca a moderada, muito pequena a média blocos subangulares; ligeiramente duro, muito friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição plana e gradual.
- (B₁)_{cn}** 33 – 45cm, coloração variegada composta de bruno forte (8 YR 5/8, úmido) e bruno-amarelado escuro (10 YR 4/6, úmido); franco-arenoso; fraca a moderada muito pequena a média blocos subangulares e granular; duro e ligeiramente duro, friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição ondulada e gradual.
- (B₂)_{cn}** 45 – 75cm, coloração variegada composta de bruno-amarelado escuro (10 YR 4/8, úmido) e bruno-amarelado (10 YR 5/8, úmido); franco argilo-arenoso; fraca pequena a média granular; duro e ligeiramente duro, friável, ligeiramente plástico e pegajoso; transição ondulada e abrupta.
- (B₃)_{plcn}** 75 – ± 150cm, coloração variegada composta de vermelho (10 R 4/8, úmido) e bruno forte (7,5 YR 5/8, úmido); franco-argiloso; duro, friável, plástico e pegajoso; estrutura mascarada pela quantidade de concreções, calhaus e matacões.
- RAÍZES** Abundantes fasciculares e comuns secundárias no A₁; abundantes fasciculares e raras secundárias no B₂.

OBSERVAÇÕES:

Poucos poros muito pequenos a médios no A₁ e A₃.

A percentagem de concreções por horizontes é a seguinte:

- A_{1cn} 20 a 30% de concreções
 A_{3cn} 30 a 40% de concreções
 (B₁)_{cn} 50 a 60% de concreções
 (B₂)_{cn} 70 a 85% de concreções
 (B₃)_{plcn} até 90% de concreções + calhaus + matacões

Forma e tamanho dos materiais no:

A_{1cn} - concreções pequenas, arredondadas de até 2cm de diâmetro, predominando aquelas com 0,5cm.

A_{3cn} - concreções pequenas e médias, arredondadas e arestadas, com tamanho até 3cm.

$(B_1)_{cn}$ e $(B_2)_{cn}$ - concreções médias com até 3,5cm de diâmetro, arredondadas e arestadas.

$(B_3)_{plcn}$ - material plíntico e rochoso, constituído por canga laterítica e blocos de rocha quartzosa ferruginosa (calhaus e matações); presença de pequenos cristais de quartzo.

No $(B_2)_{cn}$ e $(B_3)_{plcn}$ o material não concrecionário acumula-se significativamente nos canais formados entre as concreções, apresentando, em alguns locais, estrutura definida como pequena a muito pequena granular.

No $(B_2)_{cn}$ nota-se a presença de "bolsões" constituídos por material proveniente dos horizontes suprajacentes A_{1cn} , A_{3cn} e $(B_1)_{cn}$, com coloração bruno-amarelado escuro (10 YR 3,5/4, úmido).

No $(B_3)_{plcn}$, além das concreções ferruginosas, ocorrem calhaus (maiores que 5 cm) e matações (maiores que 20 cm), formados de canga laterítica vesicular e quartzito profundamente intemperizado.

RESULTADOS DE ANÁLISE - DIFRAÇÃO DE RAIOS X

Nº de Campo	Nº de Lab.	Minerais Identificados	Fração Fina
1866 - P05 A_{1cn} 0 - 13 Global	CGU 647 Global	Quartzo, Gibbsita, Ilmenita, Hematita, Magnetita, Rutilo, Turmalina, Zircão.	Não foi detectada presença de minerais de argila.
1866 - P05 A_{3cn} 13 - 33 Global	CGU 648 Global	Quartzo, Gibbsita, Rutilo, Goethita, Ilmenita, Hematita, Magnetita, Turmalina, Zircão.	Não foi detectada presença de minerais de argila.
1866 - P05 $(B_1)_{cn}$ 33 - 45 Global	CGU 649 Global	Quartzo, Gibbsita, Ilmenita, Hematita, Rutilo, Turmalina, Magnetita, Zircão.	Mineral do Grupo da Caulinita.
1866 - P05 $(B_2)_{cn}$ 45 - 75 Global	CGU 650 Global	Quartzo, Gibbsita, Goethita aluminosa, Rutilo, Zircão, Ilmenita, Hematita, Magnetita, Turmalina.	Mineral do Grupo da Caulinita.
1866 - P05 $(B_3)_{cn}$ 75 Global	CGU 651 Global	Quartzo, Gibbsita, Goethita aluminosa, Rutilo, Ilmenita, Hematita, Magnetita, Zircão, Turmalina.	Mineral do Grupo da Caulinita.

PERFIL Nº 05

AMOSTRA(S) DE LABORATÓRIO Nº GYM 508 A 512

HORIZONTE		GRANULOMETRIA %				Silte/ Argila
Símbolo	Prof.(cm)	Areia Grossa	Areia Fina	Silte	Argila	
		2,0-0,2mm	0,2-0,05mm	0,05-0,002mm	< 0,002mm	
A _{1cn}	0 - 13	33	34	11	22	0,50
A _{3cn}	13 - 33	27	36	11	26	0,42
(B ₁) _{cn}	33 - 45	22	34	16	28	0,57
(B ₂) _{cn}	45 - 75	17	29	23	31	0,74
(B ₃) _{cn}	75 - 150	14	14	28	34	0,82

HORIZONTE		COMPLEXO SORTIVO (mE/100g)				
Símbolo	Prof.(cm)	Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	Na ⁺	S
A _{1cn}	0 - 13	0,3	0,2	0,12	0,01	0,6
A _{3cn}	13 - 33	0,3	0,2	0,10	0,01	0,6
(B ₁) _{cn}	33 - 45	0,3	0,2	0,06	0,01	0,6
(B ₂) _{cn}	45 - 75	0,2	0,2	0,03	0,01	0,4
(B ₃) _{cn}	75 - 150	0,2	0,2	0,02	0,01	0,4

HORIZONTE		Al ⁺³	H ⁺	T	V %	P(ppm)	100 Na/T	100 Al ⁺³
Símbolo	Prof.(cm)							Al ⁺³ + S
A _{1cn}	0 - 13	0,6	4,5	5,7	11	1	0	49
A _{3cn}	13 - 33	0,2	3,5	4,3	14	1	0	25
(B ₁) _{cn}	33 - 45	0,1	3,0	3,7	16	1	0	15
(B ₂) _{cn}	45 - 75	0,0	2,5	2,9	15	1	0	0
(B ₃) _{cn}	75 - 150	0,0	2,1	2,5	17	1	0	0

HORIZONTE		pH (1 : 1)		C %	M.O. %
Símbolo	Prof.(cm)	H ₂ O	KCl		
A _{1cn}	0 - 13	5,1	4,4	1,33	2,3
A _{3cn}	13 - 33	5,2	4,6	0,93	1,6
(B ₁) _{cn}	33 - 45	5,4	4,8	0,81	1,4
(B ₂) _{cn}	45 - 75	5,3	5,3	0,70	1,2
(B ₃) _{cn}	75 - 150	5,4	5,7	0,70	1,2

PERFIL - Nº 06

A. DESCRIÇÃO GERAL

DATA - 01/07/91

CLASSIFICAÇÃO - SOLO PETROPLÍNTICO DISTRÓFICO argila de atividade baixa A moderado, textura média/argilosa, relevo ondulado.

UNIDADE DE MAPEAMENTO - SPd5

LOCALIZAÇÃO - Em torno do depósito de resíduos radioativos em Abadia de Goiás.

SITUAÇÃO, DECLIVE E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL - Corte de estrada situado no terço superior de elevação, com aproximadamente 10% de declive e sob cobertura de vegetação de cerrado e pastagem de capim Jaraguá (acesso ao Clube dos Taxistas).

ALTITUDE - 867 metros.

LITOLOGIA - Granada-muscovita-biotita-quartzo xisto.

FORMAÇÃO GEOLÓGICA - Grupo Araxá - Unidade C.

PERÍODO - Pré-cambriano Médio.

MATERIAL ORIGINÁRIO - Produto da decomposição das rochas acima descritas com possível influência de material de outras fontes, principalmente em superfície.

PEDREGOSIDADE - Ausente.

ROCHOSIDADE - Ausente.

RELEVO REGIONAL - Ondulado e suave ondulado.

EROSÃO - Laminar ligeira.

DRENAGEM - Bem drenado.

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA - Cerrado

USO ATUAL - Pastagem.

DESCRITO E COLETADO POR - Ari Délcio Cavedon e Leonam F. Pereira de Souza

B. DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

- A_{1pcn}** 0 – 20cm, bruno (10 YR 4/3, seco) e bruno muito escuro (10 YR 2/2, úmido); franco argilo-arenoso; fraca a moderada, pequena a média blocos subangulares e granular; ligeiramente duro, friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição plana e clara.
- A_{3cn}** 20 – 42cm, bruno - amarelado escuro (10 YR 4/6, seco) e bruno-amarelado escuro (10 YR 3/4, úmido); franco argilo-arenoso; fraca muito pequena blocos subangulares; ligeiramente duro a duro, friável, plástico e pegajoso; transição ondulada e gradual.
- B_{1cn}** 42 – 65cm, bruno-amarelado escuro (10 YR 4/6, úmido); franco argilo-arenoso; estrutura mascarada pela presença de cascalhos, calhaus e matacões; plástico e pegajoso; transição ondulada e gradual.
- B_{2 cn}** 65 – 100⁺ cm, bruno forte (8 YR 4/6, úmido); argila; estrutura mascarada pela presença de cascalhos, calhaus e matacões; muito plástico e muito pegajoso.
- RAÍZES** Abundantes fasciculares no A_{1pcn}; raras secundárias e fasciculares nos demais horizontes.

OBSERVAÇÕES:

A 55cm e 115cm de profundidade, aparecem linhas de pedra, constituídas por rocha ferruginosa intemperizada.

Blocos de canga laterítica no B_{1cn}, B_{2cn} com até 12cm de diâmetro, e no A_{3cn} com 7cm.

Intensa atividade biológica no A_{1pcn}.

A percentagem de concreções e outros materiais consolidados (fragmentos de rocha e canga laterítica) está entre 60 – 80% em todo o perfil.

RESULTADOS DE ANÁLISE - DIFRAÇÃO DE RAIOS X

Nº de Campo	Nº de Lab.	Minerais Identificados	Fração Fina
1866 - P06 A _{1pcn} 0 - 20 Global	CGU 652 Global	Quartzo, Goethita, Grupo da Caulinita, Rutilo, Hematita, Ilmenita, Magnetita, Turmalina, Zircão.	Mineral do Grupo da Caulinita, Illita, camada mista Irregular Illita - Esmeclita
1866 - P06 A _{3cn} 20 - 42 Global	CGU 653 Global	Quartzo, Hematita, Goethita, Ilmenita, Rutilo, Magnetita, Turmalina, Zircão.	Não foi detectada presença de minerais de argila.
1866 - P06 B _{1cn} 42 - 65 Global	CGU 654 Global	Quartzo, Goethita, Hematita, Grupo da Caulinita, Gibbsita, Ilmenita, Rutilo, Magnetita, Zircão, Turmalina.	Mineral do Grupo da Caulinita.
1866 - P06 B _{2cn} 65 - 110 Global	CGU 655 Global	Quartzo, Goethita aluminosa, Gibbsita, Grupo da Caulinita, Hematita, Rutilo, Ilmenita, Magnetita, Turmalina, Zircão.	Mineral do Grupo da Caulinita, Illita.

PERFIL Nº 06

AMOSTRA(S) DE LABORATÓRIO Nº GYM 513 a 516

HORIZONTE		GRANULOMETRIA %				Silte/ Argila
Símbolo	Prof.(cm)	Areia Grossa	Areia Fina	Silte	Argila	
		2,0-0,2mm	0,2-0,05mm	0,05-0,002mm	< 0,002mm	
A _{1pcn}	0 - 20	28	32	14	26	0,54
A _{3cn}	20 - 42	24	34	16	26	0,62
B _{1cn}	42 - 65	22	26	20	32	0,63
B _{2cn}	65 - 110	13	23	16	48	0,33

HORIZONTE		COMPLEXO SORTIVO (mE/100g)				
Símbolo	Prof.(cm)	Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	Na ⁺	S
A _{1pcn}	0 - 20	2,3	0,9	0,17	0,01	3,4
A _{3cn}	20 - 42	1,6	0,6	0,10	0,01	2,3
B _{1cn}	42 - 65	1,2	0,5	0,07	0,01	1,8
B _{2cn}	65 - 110	0,4	0,3	0,04	0,00	0,7

HORIZONTE		Al ⁺³	H ⁺	T	V %	P(ppm)	100 Na/T	100 Al ⁺³
Símbolo	Prof.(cm)							Al ⁺³ + S
A _{1pcn}	0 - 20	0,2	4,0	7,6	45	2	0	6
A _{3cn}	20 - 42	0,1	3,6	6,0	38	1	0	4
B _{1cn}	42 - 65	0,0	2,9	4,7	38	1	0	0
B _{2cn}	65 - 110	0,0	2,0	2,7	27	1	0	0

HORIZONTE		pH (1 : 1)		C %	M.O. %
Símbolo	Prof.(cm)	H ₂ O	KCl		
A _{1pcn}	0 - 20	5,2	4,5	2,26	3,9
A _{3cn}	20 - 42	5,1	4,5	1,57	2,7
B _{1cn}	42 - 65	5,2	4,7	1,33	2,3
B _{2cn}	65 - 110	5,3	5,1	0,58	1,0

PERFIL - Nº 07 (EXTRA)**A. DESCRIÇÃO GERAL**

DATA - 29/06/91

CLASSIFICAÇÃO - SOLO PETROPLÍNTICO DISTRÓFICO argila de atividade baixa A moderado textura média relevo suave ondulado.

UNIDADE DE MAPEAMENTO - SPd4

LOCALIZAÇÃO - Em torno do depósito de resíduos radioativos em Abadia.

SITUAÇÃO, DECLIVE E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL - Trincheira situada em relevo suave ondulado, com 4% de declive e sob cobertura de vegetação de cerrado.

ALTITUDE - 877 metros

LITOLOGIA - Granada-muscovita-biotita-quartzo xisto.

FORMAÇÃO GEOLÓGICA - Grupo Araxá - Unidade C.

PERÍODO - PréCambriano Médio.

MATERIAL ORIGINÁRIO - Produto da decomposição das rochas acima citadas com influência de outros materiais orgânicos e minerais, principalmente em superfície.

PEDREGOSIDADE - Alguns blocos de canga laterítica disseminados em superfície.

ROCHOSIDADE - Ausente

RELEVO REGIONAL - Suave ondulado.

EROSÃO - Laminar ligeira.

DRENAGEM - Bem drenado. Moderada a imperfeitamente drenado em profundidade.

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA - Cerrado

USO ATUAL - Pastagem.

DESCRITO E COLETADO POR - Ari Délcio Cavedon e Leonam F. Pereira de Souza

A_{cn} 0 - 20cm, franco-argilo-arenoso.

B_{cn} 30 - 50cm, argilo-arenosa.

Obs. Concreções ferruginosas ao longo do perfil.

RESULTADOS DE ANÁLISE - DIFRAÇÃO DE RAIOS X

Nº de Campo	Nº de Lab.	Minerais Identificados	Fração Fina
1866 - P07 A _{cn} 0 - 20 Global	CGU 656 Global	Quartzo, Goethita, Gibbsita, Grupo da Caulinita, Ilmenita, Rutilo, Zircão, Magnetita, Turmalina.	Mineral do Grupo da Caulinita.
1866 - P07 B _{cn} 30 - 50 Global	CGU 657 Global	Quartzo, Goethita aluminosa, Hematita, Gibbsita, Grupo da Caulinita, Ilmenita, Magnetita, Zircão Turmalina.	Mineral do Grupo da Caulinita.

PERFIL Nº 07 (EXTRA) AMOSTRA(S) DE LABORATÓRIO Nº GYM 517, 518

HORIZONTE		GRANULOMETRIA %				Silte/ Argila
Símbolo	Prof.(cm)	Areia Grossa	Areia Fina	Silte	Argila	
		2,0-0,2mm	0,2-0,05mm	0,05-0,002mm	< 0,002mm	
A _{cn}	0 - 20	28	33	13	26	0,50
B _{cn}	30 - 50	17	30	15	38	0,39

HORIZONTE		COMPLEXO SORTIVO (mE/100g)				
Símbolo	Prof.(cm)	Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	Na ⁺	S
A _{cn}	0 - 20	0,8	0,5	0,18	0,01	1,5
B _{cn}	30 - 50	0,2	0,2	0,05	0,01	0,5

HORIZONTE		Al ⁺³	H ⁺	T	V %	P(ppm)	100 Na/T	100 Al ⁺³
Símbolo	Prof.(cm)							Al ⁺³ + S
A _{cn}	0 - 20	0,5	4,5	6,5	23	2	0	25
B _{cn}	30 - 50	0,2	3,0	3,7	13	1	0	30

HORIZONTE		pH (1 : 1)		C %	M.O. %
Símbolo	Prof.(cm)	H ₂ O	KCl		
A _{cn}	0 - 20	5,1	4,3	2,03	3,5
B _{cn}	30 - 50	5,0	4,6	0,93	1,6

PERFIL - Nº 08

A. DESCRIÇÃO GERAL

DATA - 01/07/91

CLASSIFICAÇÃO - LATOSSOLO VERMELHO - AMARELO DISTRÓFICO A moderado, textura média, relevo plano e suave ondulado.

UNIDADE DE MAPEAMENTO - LVd3

LOCALIZAÇÃO - Em torno do depósito de resíduos radioativos em Abadia de Goiás.

SITUAÇÃO, DECLIVE E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL - Trincheira situada em relevo plano a suave ondulado, com 3 a 4% de declive e sob cobertura de vegetação de cerrado.

ALTITUDE - 876 metros.

LITOLOGIA - Granada-muscovita-biotita-quartzo xisto.

FORMAÇÃO GEOLÓGICA - Grupo Araxá - Unidade C.

PERÍODO - PréCambriano Médio.

MATERIAL ORIGINÁRIO - Produto da decomposição das rochas acima citadas, com provável influência de material retrabalhado.

PEDREGOSIDADE - Ausente.

ROCHOSIDADE - Ausente.

RELEVO REGIONAL - Plano e suave ondulado.

EROSÃO - Laminar ligeira

DRENAGEM - Acentuadamente drenado.

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA - Cerrado

USO ATUAL - Pastagem.

DESCRITO E COLETADO POR - Ari Délcio Cavedon e Leonam F. Pereira de Souza

B. DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

- A₁ 0 – 20cm, bruno-amarelado (10 YR 5/4, seco) e bruno-amarelado escuro (10 YR 3/4, úmido); franco argilo-arenoso; fraca muito pequena a pequena blocos subangulares e granular; ligeiramente duro, muito friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição plana e clara.
- A₃ 20 – 37cm, bruno-amarelado (10 YR 5/6, seco) e bruno-amarelado escuro (10 YR 3/6, úmido); franco argilo-arenoso; fraca muito pequena a pequena blocos subangulares; ligeiramente duro, muito friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição plana e clara.
- B₁ 37 – 60cm, bruno-amarelado escuro (10 YR 4/6, úmido); franco argilo-arenoso cascalhento; fraca muito pequena a pequena granular com aspecto maciça pouco coesa "in situ"; duro, friável, plástico e pegajoso, transição plana e gradual.
- B₂₁ 60 – 110cm, bruno-amarelado (10 YR 5/8, úmido); franco argilo-arenoso; muito pequena a pequena granular com aspecto de maciça; pouco coesa in situ; duro, muito friável, plástico e pegajoso; transição plana e difusa.
- B₂₂ 110 – 180cm, bruno forte (8 YR 5/8, úmido); franco-argilo-arenoso, cascalhento, pequena a pequena granular com aspecto de maciça muito pouco coesa "in situ"; ligeiramente duro, muito friável, plástico e pegajoso; transição ondulada e clara.
- B_{3cn} 180 – 190⁺ cm, coloração variegada composta de vermelho (2,5 YR 5/8, úmido) e bruno forte (8 YR 5/8, úmido); franco argilo-arenoso cascalhento; fraca muito pequena a pequena granular com aspecto de maciça; muito pouco coesa in situ; ligeiramente duro, friável, plástico e pegajoso.
- RAÍZES Comuns fasciculares de A₁ ao B₂₁; raras fasciculares e secundárias com diâmetro de até 10cm no B₂₂; raras fasciculares no B_{3cn}.

OBSERVAÇÕES:

Presença de concreções arredondadas na base do B₂₂ e em todo o B_{3cn} (acima de 50%)

Intensa atividade biológica (formigas), desde a superfície até o B₂₂.

RESULTADOS DE ANÁLISE - DIFRAÇÃO DE RAIOS X

Nº de Campo	Nº de Lab.	Minerais Identificados	Fração Fina
1866 - P08 A ₁ 0 - 20 Global	CGU 658 Global	Quartzo, Goethita, Gibbsita, Hematita, Grupo da Caulinita, Ilmenita, Rutilo, Magnetita, Zircão, Turmalina.	Mineral do Grupo da Caulinita.
1866 - P08 A ₃ 20 - 37 Global	CGU 659 Global	Quartzo, Goethita, Gibbsita, Hematita, Ilmenita, Rutilo, Magnetita, Turmalina, Zircão.	Mineral do Grupo da Caulinita.
1866 - P08 B ₁ 37 - 60 Global	CGU 660 Global	Quartzo, Goethita, Gibbsita, Hematita, Grupo da Caulinita, Rutilo, Ilmenita, Zircão.	Mineral do Grupo da Caulinita.
1866 - P08 B ₂₁ Global	CGU 661 Global	Quartzo, Gibbsita, Hematita, Goethita, Grupo da Caulinita, Ilmenita, Magnetita, Zircão, Turmalina, Rutilo.	Mineral do Grupo da Caulinita.
1866 - P08 B ₂₂ 110-180 Global	CGU 662 Global	Quartzo, Goethita, Hematita, Gibbsita, Grupo da Caulinita, Ilmenita, Magnetita, Zircão, Turmalina, Rutilo.	Mineral do Grupo da Caulinita.
1866 - P08 B _{3cn} 180-190 Global	CGU 663 Global	Quartzo, Goethita, Hematita, Grupo da Caulinita, Magnetita, Zircão, Turmalina, Rutilo.	Mineral do Grupo da Caulinita.

PERFIL Nº 08

AMOSTRA(S) DE LABORATÓRIO Nº GYM 519 a 524

HORIZONTE		GRANULOMETRIA %				Silte/ Argila
Símbolo	Prof.(cm)	Areia Grossa 2,0-0,2mm	Areia Fina 0,2-0,05mm	Silte 0,05-0,002mm	Argila < 0,002mm	
A ₁	0 - 20	27	37	12	24	0,50
A ₃	20 - 37	27	36	12	25	0,48
B ₁	37 - 60	22	36	16	26	0,62
B ₂₁	60 - 110	22	33	17	28	0,61
B ₂₂	110 - 180	19	37	13	31	0,42
B _{3cn}	180 - 190 ⁺	17	30	17	36	0,47

HORIZONTE		COMPLEXO SORTIVO (mE/100g)				
Símbolo	Prof.(cm)	Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	Na ⁺	S
A ₁	0 - 20	0,5	0,3	0,10	0,02	0,9
A ₃	20 - 37	0,4	0,3	0,05	0,01	0,8
B ₁	37 - 60	0,2	0,1	0,03	0,00	0,3
B ₂₁	60 - 110	0,2	0,2	0,02	0,01	0,4
B ₂₂	110 - 180	0,2	0,2	0,02	0,00	0,4
B _{3cn}	180 - 190 ⁺	0,2	0,2	0,02	0,00	0,4

HORIZONTE		Al ⁺³	H ⁺	T	V %	P(ppm)	100 Na/T	100 Al ⁺³
Símbolo	Prof.(cm)							Al ⁺³ + S
A ₁	0 - 20	0,2	3,6	4,7	20	1	0	18
A ₃	20 - 37	0,1	3,0	3,9	20	1	0	12
B ₁	37 - 60	0,0	2,0	2,3	14	1	0	0
B ₂₁	60 - 110	0,0	1,8	2,2	19	1	0	0
B ₂₂	110 - 180	0,0	1,8	2,2	19	1	0	0
B _{3cn}	180 - 190 ⁺	0,0	1,6	2,0	21	1	0	0

HORIZONTE		pH (1 : 1)		C %	M.O. %
Símbolo	Prof.(cm)	H ₂ O	KCl		
A ₁	0 - 20	5,0	4,5	1,33	2,3
A ₃	20 - 37	5,0	4,5	0,93	1,6
B ₁	37 - 60	5,2	5,2	0,58	1,0
B ₂₁	60 - 110	5,3	5,4	0,41	0,7
B ₂₂	110 - 180	5,4	5,7	0,41	0,7
B _{3cn}	180 - 190 ⁺	5,3	6,0	0,41	0,7

PERFIL - Nº 09 (EXTRA)

A. DESCRIÇÃO GERAL

DATA - 29/06/91

CLASSIFICAÇÃO - LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO DISTRÓFICO A moderado textura média relevo plano.

UNIDADE DE MAPEAMENTO - LVd2

LOCALIZAÇÃO - Em torno do depósito de resíduos radioativos em Abadia.

SITUAÇÃO, DECLIVE E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL - Trincheira situada em relevo plano, com menos de 2% de declive e sob cobertura de vegetação de cerrado.

ALTITUDE - 879 metros

LITOLOGIA - Granada-muscovita-biotita-quartzo xisto.

FORMAÇÃO GEOLÓGICA - Grupo Araxá - Unidade C.

PERÍODO - PréCambriano Médio.

MATERIAL ORIGINÁRIO - Produto da decomposição das rochas acima citadas, com provável influência de material retrabalhado.

PEDREGOSIDADE - Ausente.

ROCHOSIDADE - Ausente

RELEVO REGIONAL - Plano.

EROSÃO - Laminar ligeira.

DRENAGEM - Acentuadamente drenado.

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA - Cerrado

USO ATUAL - Pastagem.

DESCRITO E COLETADO POR - Ari Délcio Cavedon e Leonam F. Pereira de Souza

A 0 – 20cm, franco-argilo-arenoso.

B 70 – 90cm, franco-argilo-arenoso.

RESULTADOS DE ANÁLISE - DIFRAÇÃO DE RAIOS X

Nº de Campo	Nº de Lab.	Minerais Identificados	Fração Fina
1866 - P09 A 0 - 20 Global	CGU 664 Global	Quartzo, Gibbsita, Goethita, Ilmenita, Rutilo, Magnetita, Zircão, Turmalina, Anatásio.	Mineral do Grupo da Caulinita.
1866 - P09 B 30 - 50 Global	CGU 665 Global	Quartzo, Gibbsita, Goethita, Rutilo, Ilmenita, Hematita, Magnetita, Turmalina, Zircão.	Mineral do Grupo da Caulinita.

PERFIL Nº 09 (EXTRA) AMOSTRA(S) DE LABORATÓRIO Nº GYM 525 e 526

HORIZONTE		GRANULOMETRIA %				Silte/ Argila
Símbolo	Prof.(cm)	Areia Grossa 2,0-0,2mm	Areia Fina 0,2-0,05mm	Silte 0,05-0,002mm	Argila < 0,002mm	
A	0 - 20	33	32	11	24	0,46
B	70 - 90	23	34	12	31	0,39

HORIZONTE		COMPLEXO SORTIVO (mE/100g)				
Símbolo	Prof.(cm)	Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	Na ⁺	S
A	0 - 20	0,4	0,2	0,07	0,01	0,7
B	70 - 90	0,2	0,2	0,02	0,01	0,4

HORIZONTE		Al ⁺³	H ⁺	T	V %	P(ppm)	100 Na/T	100 Al ⁺³
Símbolo	Prof.(cm)							Al ⁺³ + S
A	0 - 20	0,2	3,6	4,5	15	1	0	23
B	70 - 90	0,0	1,7	2,1	20	1	0	0

HORIZONTE		pH (1 : 1)		C %	M.O. %
Símbolo	Prof.(cm)	H ₂ O	KCl		
A	0 - 20	5,0	4,6	1,16	2,0
B	70 - 90	5,4	5,8	0,41	0,7

6. LEGENDA DAS UNIDADES DE MAPEAMENTO

LVd₁	LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO DISTRÓFICO A moderado textura argilosa relevo suave ondulado
LVd₂	LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO DISTRÓFICO A moderado textura média relevo plano (inclusão de SOLOS PETROPLÍNTICOS DISTRÓFICOS argila de atividade baixa A moderado textura média relevo suave ondulado)
LVd₃	LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO DISTRÓFICO A moderado textura média relevo plano e suave ondulado (inclusão de SOLOS PETROPLÍNTICOS DISTRÓFICOS argila de atividade baixa A moderado textura média/argilosa relevo suave ondulado)
SPd₁	SOLOS PETROPLÍNTICOS DISTRÓFICOS argila de atividade baixa A moderado textura média relevo plano + SOLOS ENDOPETROPLÍNTICOS argila de atividade baixa A moderado textura média relevo plano
SPd₂	SOLOS ENDOPETROPLÍNTICOS argila de atividade baixa A moderado textura média relevo plano + SOLOS PETROPLÍNTICOS DISTRÓFICOS argila de atividade baixa A moderado textura média relevo plano
SPd₃	SOLOS PETROPLÍNTICOS DISTRÓFICOS argila de atividade baixa A moderado textura média relevo suave ondulado e ondulado
SPd₄	SOLOS PETROPLÍNTICOS + SOLOS PETROPLÍNTICOS LITÓLICOS + SOLOS PETROPLÍNTICOS COM B INCIPIENTE todos DISTRÓFICOS argila de atividade baixa A moderado textura média relevo plano (inclusão de SOLOS PETROPLÍNTICOS EPIÁLICOS ENDODISTRÓFICOS argila de atividade baixa A moderado textura média relevo plano)
SPd₅	SOLOS PETROPLÍNTICOS COM B TEXTURAL EPIEUTRÓFICOS ENDODISTRÓFICOS argila de atividade baixa A moderado textura média/argilosa relevo ondulado
SPd₆	SOLOS PETROPLÍNTICOS COM B TEXTURAL + SOLOS PETROPLÍNTICOS EPIEUTRÓFICOS ENDODISTRÓFICOS COM B TEXTURAL ambos argila de atividade baixa A moderado textura média/argilosa relevo ondulado
Ttr₁	Área extremamente degradada para exploração de material de empréstimo com raros testemunhos dos perfis de solos pretéritos
Ttr₂	Área degradada para exploração de material de empréstimo, com morrotes e murundus disseminados e revestidos com vegetação graminóide e arbustiva
Ttr₃	Área de perfis truncados com exposição dos horizontes C e do material da rocha subjacente ao solo

7. DESCRIÇÃO DAS CLASSES DE SOLOS MAPEADAS

7.1 LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO

Essa classe compreende solos minerais, não hidromórficos, com horizonte B latossólico – correspondente em parte ao horizonte B óxico da classificação norteamericana – caracterizado pelo avançado estágio de intemperismo, resultado da predominância de minerais de argila do grupo 1:1. Os perfis n^{os} 08 e 09 são representativos destes solos e os resultados das análises de difração de Raios X, revelam mineral de argila do grupo da caulinita em todos os horizontes. As análises mineralógicas, por sua vez, revelam presença de minerais resistentes ao intemperismo como quartzo, seguido de hematita, ilmenita, rutilo, magnetita, zircão, turmalina e goethita e gibbsita. Os latossolos têm elevados teores de sesquióxidos de ferro e alumínio e praticamente nenhuma reserva de minerais primários ricos em nutrientes para as plantas.

O horizonte B latossólico caracteriza-se pela estrutura do tipo “pó-de-café”, muito pequena e pequena granular, apresentando-se em agregados que se esboroam facilmente, porém com grande coesão entre si. São solos profundos a muito profundos, como o perfil n^o 08 com mais de 2 metros de profundidade, em horizontes bem caracterizados, de cores amareladas, transições difusas entre eles, diferenciando-se basicamente pela porosidade que é grande e pela consistência a seco que é ligeiramente dura e friável a úmido, no horizonte B.

Os latossolos são solos muito permeáveis, acentuadamente drenados, com excelentes características físicas para desenvolvimento de plantas. Na área, relacionam-se com material oriundo de coberturas detriticas com material retrabalhado originário dos xistos do Grupo Araxá. São solos com baixa relação textural, com seqüência de horizontes A, B e C, o primeiro do tipo moderado. São de textura média – 24 a 36% de argila, com grande predominância da fração areia, 55 a 64% da fração Terra Fina Seca ao Ar. Ocorrem nas unidades de mapeamento LVd1, LVd2, LVd3, a primeira junto ao rio Quati, onde são cultivados com milho, mandioca e fruteiras.

A área mais expressiva ocorre ao longo da estrada de acesso ao repositório, em superfície plana, elevada, sob cobertura vegetal de cerrado e de vegetação gramínoide. Outra área importante foi identificada junto ao local onde hoje se acham os rejeitos, em terreno plano a suave ondulado.

7.2 SOLOS PETROPLÍNTICOS

7.2.1 SOLOS PETROPLÍNTICOS COM B TEXTURAL

Essa classe é constituída por solos minerais, não hidromórficos, com horizonte B textural (Bt), cujas classes texturais são expressas sob forma de fração. O horizonte B textural ocorre em subsuperfície e devido aos teores elevados de concreções e à textura média, não tem a expressão do B argílico da classificação norte-americana. Assim, nos perfis coletados não se evidencia a cerosidade (filmes de argila

envolvendo elementos de estrutura) e a estrutura comumente é de fraco grau de desenvolvimento, em blocos subangulares pequenos, muito pequenos e médios. Estes solos são predominantes na área em que será construído o futuro depósito de rejeitos, são de mediana profundidade, normalmente 1,5 metros e com perfis quase sempre bem diferenciados principalmente em cores. Sempre concrecionários, com teores muito elevados de concreções pisolíticas ferruginosas e não pisolíticas, de diversos tamanhos, podendo agregar-se em blocos e matacões dispersos ao longo do perfil. Os petroplínticos com B textural têm, no perfil, ocorrência de níveis de canga laterítica ou couraça ferruginosa contínua, vesicular, com vazios preenchidos por material pulverulento de solos, constituídos principalmente por sesquióxidos de ferro e alumínio. Na análise mineralógica, por exemplo, do perfil nº 01, não foi detectada a presença de minerais de argila a não ser no horizonte A₃, no qual ocorre caulinita. Quartzo, gibbsita, goethita, ilmenita, rutilo, magnetita, turmalina, zircão estão entre os minerais identificados na fração mineralógica.

A ausência de minerais de argila evidencia solos extremamente evoluídos, cujos horizontes plínticos foram transformados em couraças lateríticas, devido a processos de umedecimento e ressecamento com flutuação considerável do lençol freático, como comprovam os furos de sondagem executados pela CPRM na área. De qualquer forma, o objetivo deste levantamento é apenas de caracterização dos solos e não estudá-los geneticamente, pois as considerações sobre sua gênese necessitariam de estudos mais aprofundados.

À mesma classe, pertencem, para denotar a imensa variação mineralógica destes perfis, os solos caracterizados pelo perfil nº 03 (extra), a menos de 200 metros de distância do perfil nº 01, em posição descendente e paralela à vertente à margem esquerda do rio Quati. Nesse perfil, no horizonte B, foram identificados os mesmos minerais anteriormente citados, entretanto, já com a presença de caulinita, illita e minerais do grupo das micas, estes últimos herança do material cujas rochas originárias contêm muscovita e biotita.

A variação desta unidade é ainda maior na encosta da vertente propriamente dita do Rio Quati. O perfil nº 04 é eutrófico em superfície, isto é, tem alta fertilidade natural. O horizonte B, por sua vez, também tem alta percentagem de saturação de bases, mormente de cálcio. Tratando-se de solos concrecionários, não é comum encontrar-se perfis eutróficos e por este motivo foi intensificada a rede de amostragem naquela encosta. O perfil nº 04 contém na sua fração mineralógica e nos horizontes superiores, minerais do grupo da caulinita, do grupo das micas e illita, o que explica a fertilidade maior, pela capacidade de retenção de cátions também maior, deste tipo de argila. Quartzo, goethita aluminosa, gibbsita, hematita, rutilo, magnetita, ilmenita, turmalina, zircão, pirofillita estão entre os demais minerais identificados.

Na mesma linha de encosta situa-se o perfil nº 06 que contém caulinita, illita e camada mista irregular de illita-esmectita em seus horizontes superficiais, o que também explica uma elevada saturação de bases da ordem de 45%, sendo o cálcio o cátion predominante. Nos demais horizontes, repetem-se os minerais identificados para o perfil nº 04. Confirma-se a tendência de fertilidade superficial alta com a amostra de fertilidade nº 15, cujo solo é epieutrófico, e 14 A e B nas quais é eutrófico. A presença deste tipo de argilas intermediárias entre o grupo 1:1 e 2:1 é signi-

ficante, não apenas quanto ao fato de os solos serem mais férteis, mas pela capacidade que têm estas argilas de fixar elementos como o céσιο. Considerando que estes solos situam-se em posição de relevo favorável à infiltração d'água horizontal e subhorizontal e que são, na margem do Rio Quati, dos poucos agricultados na área, devem ser motivo de atenção pelas razões expostas. Embora não tenha sido feita análise quantitativa das argilas, qualitativamente, a área tem mais poder de fixação de cátions e de céσιο que as demais delimitadas neste levantamento.

7.2.2 SOLOS PETROPLÍNTICOS COM B INCIPIENTE

Estes solos corresponderiam aos antigamente chamados cambissolos, com horizonte B do tipo incipiente, isto é, que não tem características nem de B textural nem de B latossólico. Caracterizado pelo perfil nº 05, têm uma seqüência de horizontes A, (B), C, concrecionários em superfície e com mais de 50% de concreções, calhaus e matações a partir dos 45cm de profundidade. A presença de horizonte endurecido de canga laterítica no $(B_3)_{plcn}$, gera transições onduladas entre os horizontes (B). As ondulações também ocorrem com material dos horizontes A, penetrando em subsuperfície, provavelmente decorrência de atividade biológica atual ou pretérita.

Estes solos são relativamente profundos, com 150cm de espessura ou mais, variando intensamente, devido à ondulação das camadas lateríticas de canga. Sob ponto de vista da fertilidade natural, são pobres, ácidos, com muito baixa soma de cátions disponíveis para as plantas, no entanto, são também muito pouco saturados com alumínio trocável, a não ser em superfície e subsuperfície, onde são maiores os teores de carbono orgânico e de matéria orgânica.

Não há incremento significativo de argilas de A para (B), o que significa ausência de iluviação. Por sua vez, no (B), a relação silte/argila é alta, acima de 0,7, teor suficiente em solos de textura média para enquadrá-los nas classes de solos com horizonte B incipiente.

Nos horizontes A, não foi detectada pela análise mineralógica, presença de minerais de argila, o que denota uma intensa transformação, provavelmente em óxidos de ferro (goethita) e de alumínio (gibbsita). Já os horizontes (B), em que pese a presença destes minerais, contêm em sua composição minerais do grupo da caulinita. Em todos os horizontes, foi registrada a presença de minerais altamente resistentes ao intemperismo como rutilo, zircão, ilmenita, turmalina, além de magnetita e hematita. Não são, portanto, solos que devem ser considerados jovens sob o ponto de vista de formação, mas em transformação, provavelmente no sentido da destruição das argilas.

Têm pouco significado agrícola, o que justifica o seu uso para outras atividades como por exemplo, substrato para depósito de rejeitos.

7.2.3 SOLOS PETROPLÍNTICOS LITÓLICOS

Correspondem, na antiga classificação, aos solos litólicos concrecionários. O perfil típico é de um horizonte A assente diretamente sobre rocha, ou no caso, canga laterítica. A textura é média, profundidade do horizonte A não maior que 25cm, do tipo moderado, com estrutura do tipo blocos subangulares em grau fraco.

Situam-se nos topos planos e nas áreas mais elevadas do local, intimamente associados aos demais solos petroplínticos de forma que dificilmente podem ser deles separados mesmo em levantamento detalhado. Essas associações quase complexas com outros solos são geradas pelas ondulações do nível de canga laterítica em subsuperfície, o que permite a evolução ou não dos solos que sobre essa cou-raça se formaram e ainda continuam em evolução.

À superfície, a área desta classe associada aos demais solos petroplínticos, apresenta-se com alguns afloramentos de canga e alguns cupinzeiros.

A análise mineralógica não revelou minerais de argila, como em outros perfis, em seus horizontes superficiais e sim, além do quartzo, rutilo, ilmenita, hematita, magnetita, turmalina e zircão.

São solos quimicamente muito pobres, sem no entanto saturação elevada com alumínio trocável. Os valores de T (capacidade de troca de cátions) e V% (saturação de bases) são devidos à matéria orgânica. Não são solos que tenham outra indicação de uso, a não ser os propostos ou simples conservação, como se encontram atualmente em suas condições naturais. Em que pese tantas condições adversas, o cerrado e algumas plantas de porte como o pequi e os jacarandás florescem e frutificam anualmente sobre estes solos, mesmo após ação do fogo.

7.3 TIPOS DE TERRENO

A partir do conceito de solo introduzido pela escola russa em 1927, como corpo independente, cada indivíduo passou a ser considerado com uma morfologia única, resultado da combinação do clima, agindo sobre o material parental de origem, condicionado pelo relevo, num determinado tempo e sobre o qual vivem os seres. Um solo, tem um perfil diferenciado em horizontes identificáveis morfológica, física, química e mineralogicamente, é um corpo tridimensional, portanto, classificável e representado cartograficamente.

Solos, não são coberturas detríticas e sim, evoluem a partir do material de origem detrítico, sob a ação dos processos de formação e da ação dos microorganismos. Considera-se uma secção máxima de 2 metros ou pouco mais de profundidade, como limite do solo ou *solum* classificável em pedologia. A não ser em casos especiais de perfis gigantes, define-se um solo dentro dos limites dessa profundidade. Na área em estudo, ocorrem solos muito bem diferenciados e também ocorrem "não-solos", ou tipos de terreno, criados pela mão do homem. Em capítulos anteriores, descreveu-se a intensa transformação da área natural, devido à exploração de cascalheiras ou "piçarra" para materiais de construção, principalmente de estradas. Esse trabalho antrópico criou uma área singular, com três aspectos morfológicos básicos:

- ao norte, até o limite próximo à BR-060, predominam aplainamentos que deixaram testemunhos na estrada interna ou em pequenas elevações que preservam algumas árvores, onde escavaram-se os solos originais até 2 metros ou mais. A área exposta tem à superfície um pavimento concrecionário, com concreções de vários tamanhos e vegetação graminóide extremamente rarefeita.
- a leste os morrotes e murundus dominam a paisagem, entre aplainamentos e elevações cobertas por gramíneas. A exposição dos horizontes subsuperficiais e do saprolito, muito suscetíveis à erosão, gerou uma área intensamente erodida por sulcos pouco profundos e profundos, repetidos com freqüência. Nos dois casos, morrotes e áreas aplainadas, não se identificam perfis de solos e sim, tipo de terreno degradado.
- a noroeste, vizinho ao caminho para a vila de Abadia, outra área foi intensamente modificada e principalmente aplainada, arrasando quase 2 metros do solo original. Novamente, não se identificam solos nessa unidade separada no mapa e sim, um tipo de terreno com solos truncados e exposição dos horizontes C ou do saprolito. Disseminados por toda a área, alguns matacões de canga exibem o material endurecido e contínuo, que aqui denominados couraça laterítica.

As três áreas denominadas tipos de terreno, não tem nenhum interesse sob o ponto de vista pedológico, devendo ser objeto imediato de trabalhos de recuperação para que os processos erosivos já instalados não venham a transformar mais ainda a área, a ponto de torná-la economicamente inviável de recuperar.

As convenções cartográficas que caracterizam os tipos de terreno estão locadas no mapa com as notações Ttr₁, Ttr₂ e Ttr₃.

8. RESULTADOS DAS ANÁLISES

8.1 RESULTADOS DAS ANÁLISES DE FERTILIDADE

Nº Amostra	Prof. (cm)	pH		Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na	S	Al ⁺⁺⁺	H ⁺	T	V%	P	100 Al ^{+3l}	C	M.O.
		H ₂ O	KCl											Al ⁺³ + S		
F1	0 - 20	4,3	4,1	0,4	0,2	0,10	0,01	0,7	0,9	6,1	7,7	9	1	56	2,03	3,5
F2	0 - 20	4,7	4,3	0,6	0,4	0,15	0,01	1,2	0,5	4,6	6,3	18	1	30	1,80	3,1
F3	0 - 20	4,6	4,2	0,4	0,2	0,13	0,00	0,7	0,6	4,8	6,1	12	2	45	1,80	3,1
F4	0 - 20	4,6	4,3	1,0	0,8	0,15	0,01	2,0	0,5	4,7	7,2	27	2	20	2,49	4,3
F5	0 - 20	4,4	4,2	0,4	0,3	0,11	0,01	0,8	0,8	4,2	5,8	14	1	49	1,33	2,3
F6	0 - 20	4,9	4,7	0,3	0,3	0,06	0,00	0,7	0,1	3,7	4,5	15	1	13	1,33	2,3
F7	0 - 20	4,3	4,4	0,3	0,3	0,07	0,01	0,7	0,6	5,2	6,5	10	1	47	1,80	3,1
F8	0 - 20	5,1	5,1	0,2	0,1	0,05	0,00	0,4	0,0	2,6	3,0	12	1	0	0,93	1,6
F9	0 - 20	4,9	4,8	0,3	0,2	0,07	0,00	0,6	0,0	3,0	3,6	16	1	0	1,16	2,0
F10	0 - 20	4,8	4,7	0,3	0,1	0,06	0,00	0,5	0,1	3,6	4,2	11	1	18	1,16	2,0
F11	0 - 20	4,5	5,5	0,2	0,1	0,04	0,00	0,3	0,0	2,4	2,7	12	1	0	0,7	1,2
F12	0 - 20	5,0	5,2	0,3	0,2	0,04	0,00	0,5	0,0	2,4	2,9	19	1	0	0,7	1,2
F13A1	0 - 15	5,7	4,4	3,4	0,8	0,22	0,02	4,4	0,1	4,9	9,4	47	3	2	2,78	4,8
F13B1	15 - 35	5,9	4,5	2,2	0,8	0,14	0,02	3,2	0,1	3,4	6,7	47	1	3	1,80	3,1
F13B2	35 - 60	6,0	4,6	1,8	0,5	0,12	0,01	2,4	0,0	2,8	5,2	46	1	0	1,57	2,7
F14A1	0 - 15	5,8	4,6	5,2	1,0	0,16	0,01	6,4	0,0	4,7	11,1	58	6	0	3,07	5,3
F14B	30 - 50	6,1	4,6	2,2	0,5	0,12	0,01	2,8	0,0	3,0	5,8	49	1	0	1,33	2,3
F15A	0 - 15	5,9	4,5	5,0	3,1	0,31	0,09	8,5	0,0	5,6	14,1	60	4	0	3,36	5,8
F15B	40 - 60	5,7	4,2	1,3	0,5	0,30	0,02	2,1	0,3	3,7	6,1	35	2	12	1,33	2,3
F16	20 - 30	5,3	4,2	0,5	0,2	0,09	0,01	0,8	0,3	2,7	3,8	21	1	27	0,70	1,2

8.2 O CÉSIO EM SOLOS – MONITORAMENTO FUTURO

Vinogradov, estudando os teores de Lítio, Potássio, Rubídio e Césio em rochas graníticas da Rússia, constatou que o Césio é dos 4 elementos, o mais absorvido pelas argilas. As maiores quantidades foram encontradas por aquele autor, em argilas dos solos denominados *Chernozems*, ricos em húmus e matéria orgânica nos horizontes superiores e em argilas do tipo 2:1, nos horizontes superficiais e subsuperficiais. Um enriquecimento em Césio foi constatado principalmente nos horizontes A, sem dúvida ligado aos teores de matéria orgânica. Note-se que os *Chernozems* são solos ricos em bases trocáveis, com altos valores V, S e T e muito férteis.

O mesmo autor não conseguiu determinar quantitativamente os teores de Césio por análise espectroscópica. Como teor médio, em condições naturais e solos derivados de rochas graníticas, foi fixado 5.10^{-4} enquanto a relação Rb:Cs é da ordem de 50.

Na área objeto do presente levantamento, após as análises de laboratório e principalmente as de Raios-X de argilas, constatou-se em alguns locais, a presença de argilas esmectíticas. No mapa, as áreas de provável influência estão indicadas por um halo, cujos limites não podem ser determinados, porque seriam necessários estudos mais aprofundados para delimitá-los. No entanto, pode-se prever que se houver algum tipo de contaminação, as argilas do tipo 2:1 fixarão o Césio em maior quantidade do que as de outros tipos. No caso de sesquióxidos e de solos em avançado estado de laterização, como os petroplúnticos, os teores oriundos de possível enriquecimento em elementos raros são insignificantes ou não existem nem em traços.

Matéria orgânica os solos da região contém em percentagens apreciáveis, podendo-se também prever que se houver contaminação futura, ela pode ocorrer pela absorção do elemento nos horizontes superiores. Desta forma, ao proceder a um levantamento de solos, considerou-se todas essas possibilidades, coletando-se amostras superficiais e subsuperficiais para determinação de teores hoje, em áreas que não devem conter o elemento, em horizontes de solos dos perfis coletados e em caminhamento balizado pelos piquetes locados na área.

Após as análises que serão realizadas pela CNEN, proceder-se-á uma avaliação mais acurada e comentários com base em dados concretos, mesmo porque será necessário acompanhar periodicamente a presença ou não de Césio fixado nos solos.

A seguir, tabela mostrando a identificação da amostra, a profundidade, o horizonte de solos e o local amostrado, o qual está também localizado no mapa.

RELAÇÃO DE AMOSTRAS PARA ANÁLISE GEOQUÍMICA

MONITORAMENTO DO CÉSIO¹³⁷ (SOLOS)

IDENTIFICAÇÃO AMOSTRA	HORIZ.	PROF. (cm)	LOCAL	OBS.
AMCS1 - A1	A1	0 - 13	Perfil 05 - piq. 400/300	Para análise nos laboratórios da CNEN.
AMCS1 - A3	A3	13 - 33	Perfil 05 - piq. 400/300	
AMCS1 - B1	B1	33 - 45	Perfil 05 - piq. 400/300	
AMCS1 - B2	B2	45 - 75	Perfil 05 - piq. 400/300	
AMCS1 - B3	B3	75 - 150 ⁺	Perfil 05 - piq. 400/300	
AMCS2	A	0 - 20	Entre piq. 400/300 - 300/300	
AMCS3	A	0 - 20	No piq. 300/300	
AMCS4 - A	A	0 - 20	Perfil 03 - entre piq. 300/300 e piq. 200/300	
AMCS4 - B	B	40 - 60		
AMCS5	A	0 - 20	No piq. 200/300	
AMCS6 - A1	A1	0 - 15	No piq. 100/300 P-4	
AMCS6 - A3	A3	15 - 30	No piq. 100/300 P-4	
AMCS6 - B	(B)	50 - 70	No piq. 100/300 P-4	
AMCS7	A	0 - 20	No piq. 300/400	
AMCS8	A	0 - 20	No piq. 300/500	
AMCS9	A	0 - 20	No piq. 200/200	
AMCS10	superf.	-	Interior da barragem	
AMCS11	superf.	-	Interior da barragem	
AMCS12	superf.	-	Interior da barragem	
AMCS13 - A1	A1p	0 - 20	Perfil 06, prox. piq. 100/200	
AMCS13 - A3	A3	20 - 42	Perfil 06, prox. piq. 100/200	
AMCS13 - B1	B1	42 - 65	Perfil 06, prox. piq. 100/200	
AMCS13 - B2	B2	65 - 100	Perfil 06, prox. piq. 100/200	
AMCS14	A	0 - 20	No piq. 400/400	
AMCS15	A	0 - 20	No piq. 100/500	
AMCS16	A	0 - 20	No piq. 200/500	
AMCS17	A	0 - 25	No piq. 200/400	
AMCS18 - A1	A1	0 - 20	Perfil 08, no piq. 300/200	
AMCS18 - A3	A3	20 - 37	Perfil 08, no piq. 300/200	
AMCS18 - B1	B1	37 - 60	Perfil 08, no piq. 300/200	
AMCS18 - B21	B21	60 - 110	Perfil 08, no piq. 300/200	
AMCS18 - B22	B22	110 - 180	Perfil 08, no piq. 300/200	
AMCS18 - B3cn	B3cn	180 - 190 ⁺	Perfil 08, no piq. 300/200	
TOTAL - 33 amostras				

COLETORES: Leonam de Souza e Ari Cavedon - Goiânia 02/07/1991

Obs. As amostras estão sendo analisadas nos laboratórios da CNEN.

9. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

- O intenso processo erosivo que evolui na área do Depósito e no seu entorno, já permitindo a formação e evolução de imensas voçorocas, leva a propor uma ação emergencial com o objetivo de recuperar o solo e viabilizar a formação de uma cobertura vegetal que suste e possibilite o melhor controle da erosão, nestes locais.
- Recomenda-se, entre outros procedimentos, os seguintes:
 - 1 - recuperação do solo e florestamento, à base de *Eucalyptus* e *Pinus*, na área imediatamente em volta do atual depósito, numa faixa com aproximadamente 50 metros de largura;
 - 2 - início da reabilitação da cobertura vegetal, nas áreas mais degradadas da antiga cascalheira, a partir de plantio de leguminosas rastejantes e espécies arbustivas sobre as regiões de acúmulo de solo superficial, que deram formação aos "murundús";
 - 3 - estabilização de processo de formação de voçorocas, com adoção das técnicas disponíveis e viáveis nesta situação (barragens de tela, de pedras, entulhamento, hidrossemeadura etc).
- Sugere-se a ampliação da área do levantamento pedológico, face a fertilidade e capacidade de fixação de ions dos solos petroplínticos com B textural, dada sua composição mineralógica ter revelado presença de argilas esmectitas.
- Uma vez obtidos os teores de Cs¹³⁷ nas análises de solos, deve-se proceder a monitoramento constante para possível detecção de contaminação de solos, tendo-se sempre em mente que a amostragem deve ser feita segundo a seqüência de horizontes de cada solo identificado e caracterizado neste levantamento.

10. RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS

Este relatório mostrou em vários de seus capítulos, a situação de degradação antrópica da área escolhida para abrigar o depósito definitivo de resíduos radioativos do Cs¹³⁷. Submetida durante alguns poucos anos à ação das intempéries, sem qualquer controle, a área sofre um significativo processo de erosão que vem se acentuando a cada ano que passa, principalmente em consequência da quase ausência de cobertura vegetal para proteger as camadas expostas dos horizontes inferiores e do material de origem dos solos pretéritos.

Uma quantidade enorme de sedimentos e de outros materiais são carregados para as drenagens mais próximas – rios Quati e Dourados, mormente na época das chuvas intensas.

Devem ser tomadas medidas urgentes para sustar o avanço das voçorocas e do carreamento de material para os rios vizinhos. É urgente pensar-se em elaborar um plano de recuperação do solo e da vegetação em 2 locais preferenciais:

- a) - um cinturão de 50 metros de largura circundando o atual depósito de rejeitos;
- b) - áreas a sudeste e a leste do depósito.

As estratégias de ação envolvem basicamente recuperação dos solos por subsoagem, escarificação, aração, gradagem, adubação e calagem, contenção e estabilização das voçorocas pela construção de barreiras e telas, linhas de contenção e entulhamento.

Quanto à vegetação, a recuperação da cobertura vegetal deverá ser procedida com espécies graminóides e leguminosas rasteiras, espécies arbóreas de rápido crescimento, obtenção de mudas, plantios e manutenção.

Na área do cinturão, após a mobilização do solo, deverão ser abertas covas para plantio de espécies arbóreas, para consolidar a proteção da área, ao mesmo tempo em que se implanta uma paisagem mais humana e ecologicamente integrada ao local.

Na área a sudeste, onde a topografia atual é bastante irregular, alternando sítios completamente desnudos e compactados com áreas de acúmulo de materiais formadores da camada superficial proveniente do decapeamento, não haverá atividades de mobilização do solo, pois seriam antieconômicas, devendo-se preferir semeaduras de leguminosas rasteiras (puerária, por exemplo), sobre as linhas de acúmulo de terra e posteriormente, plantio de espécies arbóreas e arbustivas sobre essas mesmas linhas.

Especial tratamento será dado à região situada à margem esquerda do rio Quati, onde estão localizadas voçorocas de diversas profundidades e larguras, evidências da erosão acelerada que ali se instalou. As recomendações são para que se utilizem barreiras de contenção, usando pedras, madeiras, telas de arame e canga laterítica trazida dos locais onde foram deixadas em forma de matacões.

Essa mesma área é extremamente importante sob o ponto de vista agrícola e de solos. É a única fértil da área, podendo suportar plantios de enriquecimento e atividades agrícolas quase permanentes, com pouco aporte de adubos orgânicos e minerais.

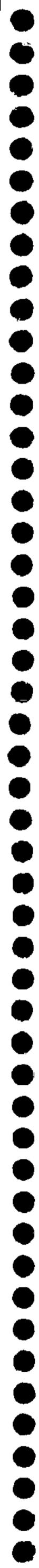
Além desses fatos, a presença de argilo-minerais do grupo das esmectitas sugere que é uma área a merecer estudos mais aprofundados de solos e da profundidade do lençol freático, uma vez que por drenagem subsuperficial poderá se enriquecer caso haja infiltração de elementos radioativos.

Essa área deve ser protegida, no sentido leste-oeste, também por uma faixa de espécies arbóreas ao longo de toda linha de ruptura de vertente, acompanhando a linha de separação dos solos epieutróficos.

Não se deve esquecer, também, que a área está sujeita, durante o ano, a períodos de deficiências hídricas muito importantes. O aporte d'água artificialmente, mediante irrigação, nos plantios tanto de gramíneas como de espécies arbóreas no início do crescimento, é indispensável.

11. BIBLIOGRAFIA

- AIEA. - Underground Disposal of Radioactive Waste – A Guide to Shallow Ground Disposal. Final Draft. November 1978. 67p.
- BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Secretaria Geral - Projeto RADAMBRASIL. Folha SD.22 – Goiás; geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro, 1983. 768p. 6 mapas (Levantamento de Recursos Naturais; 31)
- DANA, J. D. - Manual de Mineralogia; rev. por Cornelius S. Hurlbut Jr. Trad. de Rui Ribeiro Franco. Rio de Janeiro, Livros Técnicos e Científicos, 1976. 2 v. il.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. Levantamento Exploratório – Reconhecimento de Solos do Estado do Maranhão. Rio de Janeiro, 1986. 964p. Série Recursos de Solos nº 17.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos, Rio de Janeiro, R.J. Levantamento Exploratório – Reconhecimento de Solos do Estado do Piauí. Recife, EMBRAPA/SNLCS/SUDENE – DRN, 1985.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (3ª Aproximação). Rio de Janeiro, 1988.
- MUNSELL SOIL COLOR CHARTS. Baltimore, Munsell Color Company, 1971. tab.
- REUNIÃO TÉCNICA DE LEVANTAMENTO DE SOLOS, 10, Rio de Janeiro, 1979. Súmula, Rio de Janeiro, EMBRAPA-SNLCS. 83p. (EMBRAPA SNLCS. Série Miscelânea, 1).
- SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO. Comissão de Método de Trabalho de Campo. Manual de Método de Trabalho de Campo; por Raimundo Costa Lemos e Raphael David dos Santos. Campinas, 1976. 36p.
- U.S.A. Department of Agriculture. Soil Taxonomy; a basic system of soil classification for making and interpreting soil surveys. Washington, D. C. Government Printing Office, 1975. 754p. (Agriculture Handbook, 436).
- VINIGRADOV, A. P. - "The Geochemistry of Rare and Dispersed Chemical Elements in Soils"; 2nd Ed., Rev. & Enlarged. New York, Consultants Bureau, 1959. 209p.1



Anexos

1. Boletins de Análise

Interessado : C P R M
 Firma : C P R M

Material analisado : SOLO
 Data : 10/09/91

DESCRICAO

No. Lab.	GYM499	GYM500	GYM501
Perfil	P1	P1	P1
Amostra	A1	A3	B1
Horizonte			
Profundidade	00-15 CM	15-35 CM	35-70 CM

-----Analise Fisica-----

Calhaus			
Cascalho			
Terra fina			
Areia grossa	32	26	22
Areia fina	39	43	36
Silte	7	11	15
Arg. (NaOH)	22	20	27
Arg. (H2O)			
Grau de flocc.			
Silte/Argila	0,32	0,55	0,56
Dens. aparente			
Dens. real			
Porosidade			

-----Complexo sortivo-----

pH (H2O)	5,3	5,2	5,4
pH (KCl)	4,4	4,3	4,5
Ca+Mg	2,2	0,5	0,4
Ca	1,6	0,3	0,3
Mg	0,6	0,2	0,1
K	0,16	0,07	0,04
Na	0,01	0,01	0,01
S (Soma Bases)	2,4	0,6	0,4
Al	0,3	0,4	0,1
H	5,3	4,0	3,3
T (CTC)	8,0	5,0	3,8
Sat. bases	30	12	12
Sat. Al	11	41	18
Ativ. da argila	0	0	0
P (ppm)	3	1	1
Na/T	0	0	0
Mat. organica	3,1	2,0	1,6
C	1,80	1,16	0,93
N			
C/N			

-----Ataque Sulfurico - H2SO4 1:1-----

SiO2	
Al2O3	
Fe2O3	
TiO2	
SiO2/Al2O3 (Kf)	
SiO2/R2O3 (Kf)	
Al2O3/Fe2O3	
Soma Oxidos	

Francisco José Bertrand Silva
 Francisco José Bertrand Silva Tbl
 Químico CRQ 2 - 02100322

REPOSITÓRIO DE REJEITOS RADIOATIVOS
DE ABADIA DE GOIÁS

PROGRAMA ABADIA DE GOLÁS

Repositório de Rejeitos Radioativos

1. OBJETO

Este programa tem como objetivo a capacitação técnica da CPRM e a execução de serviços especializados na seleção e estudo de sítios para instalações nucleares, e repositórios para rejeitos radioativos e industriais tóxicos.

É considerado rejeito radioativo qualquer material contendo ou contaminado por radionuclídeos em concentrações ou atividades maiores do que o mínimo estabelecido em normas internacionais, e para os quais não existe utilização prevista. São considerados rejeitos industriais tóxicos os materiais contendo ou contaminados por substância(s) quimicamente tóxicas; podem ser degradáveis ou não. As degradáveis podem ser tratadas de maneira semelhante aos rejeitos radioativos, enquanto que as não degradáveis devem merecer atenção especial, pois os níveis mínimos aceitáveis jamais devem ser excedidos.

O número de sítios a serem estudados é grande, pois além das instalações nucleares propriamente ditas, cada estado da Federação deverá ter o seu próprio repositório de rejeitos radioativos.

Os mesmos princípios básicos utilizados nos estudos de sítios radioativos podem ser empregados para os depósitos industriais tóxicos. Devido às normas e controles mais rígidos existentes nos países desenvolvidos, há uma tendência de realocação das indústrias mais poluidoras nos países em desenvolvimento, nos quais, por necessidades econômicas, estes controles não existem ou são mais complacentes.

2. METODOLOGIA

A filosofia de trabalho, a exemplo de outros programas do SIGATE, consistirá na análise interativa dos diversos tipos de informações, utilizando sistemas informatizados de armazenamento e tratamento de dados, permitindo às várias instituições envolvidas uma grande agilidade e versatilidade, tanto no planejamento quanto na análise e interpretação dos resultados dos estudos, pesquisas e mapas temáticos.

Os principais estudos a serem realizados na área das geociências, embora sempre subordinados aos critérios antrópicos, são:

- geológicos
- sismológicos
- hidrogeológicos
- hidrológicos
- geofísicos
- geotécnicos
- geoquímicos (toxicológicos)
- pedológicos
- botânicos
- climatológicos
- ecológicos e de proteção ambiental

No caso específico do repositório de Abadia, cujo sítio já está selecionado, os estudos serão realizados em 2 escalas de trabalho:

- uma a nível de semi-detalhe (escala 1:25.000), visando obter informações nas adjacências da área, abrangendo compilação de dados fluviométricos e meteorológicos, estudos geológicos, hidrogeológicos e pedológicos;
- outra a nível de detalhe na área propriamente dita em escala 1:1.000, compreendendo estudos hidrológicos, hidrogeológicos (inclusive com piezometria e sondagens), pedológicos, geotécnicos etc.

Em outros casos, nos quais o local da instalação não foi ainda selecionado, haverá no mínimo uma 3ª escala de trabalho, de amplitude mais regional (escalas 1:100.000 - 1:250.000), na qual as disciplinas relacionadas as geociências serão utilizadas para complementar os critérios antrópicos e de segurança ambiental

3. ESTRUTURA

Em todo o mundo licenciamento, regulamentação e fiscalização de instalações nucleares e repositórios de rejeitos radioativos são atribuições exclusivas do governo. No programa do Repositório de Abadia, o inter-relacionamento entre as diversas instituições e empresas participantes do projeto é relativamente simples; à CNEN, como órgão licenciador da instalação, cabe inteira responsabilidade e coordenação geral das entidades envolvidas, que entre outras são:

- Governo Estadual de Goiás;
- Prefeitura Municipal de Goiânia e municípios adjacentes;
- Agência Internacional de Energia Atômica - AIEA
- Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM;
- Empresas de consultoria (inclusive internacionais);
- Institutos de pesquisas nucleares (CDTN, IPEN, IEN, IRD, etc).

A CNEN terá um chefe geral do projeto sediado no Rio de Janeiro, um chefe do escritório na cidade de Goiânia e instalações no próprio local do repositório.

A principal responsabilidade da CNEN é assegurar, com base no RAS - Relatório de Análise de Segurança, que não escapem do sítio substâncias que possam causar doses de radiação prejudiciais aos seres humanos, de acordo com recomendações da AIEA e obedecendo as normas brasileiras que regulamentam o assunto. Isto significa que as doses de radioatividade não só devem estar dentro dos limites estabelecidos, mas também que o máximo de esforço deve ser feito para que essas doses fiquem bem abaixo desses limites.

Devido aos longos períodos de tempo envolvidos (centenas de anos) é necessário tomar medidas para que sejam mantidos registros, tanto sobre o tipo e quantidade de rejeitos armazenados quanto sobre os estudos, monitoramentos e análises de segurança realizados. É muito importante que os registros sejam mantidos em 2 ou mais arquivos diferentes, para aumentar a probabilidade de sua preservação por algumas gerações ou algumas centenas de anos.

4. TREINAMENTO

Além do treinamento que será obtido pelas equipes técnicas na execução dos serviços (*on the job training*) e na integração e tratamento interativo dos dados, serão ministrados cursos específicos por universidades, institutos de pesquisas nucleares e empresas de consultoria internacionais.

As atividades multidisciplinares envolvidas neste programa podem tornar a CPRM detentora de tecnologia atualizada e de utilização crescente, face à importância que a sociedade atribui atualmente à proteção e controle ambiental.

É importante também iniciar a preparação de técnicos para atender a necessidade de localização de ambientes geológicos adequados para depósitos de rejeitos radioativos de alto e médio graus, no sentido de poder, como "serviço geológico nacional", participar ativamente nos estudos dos sítios que cada estado deverá selecionar e implementar.

5. PRODUTOS

Os produtos resultantes desse programa são numerosos e serão adaptados de acordo com as necessidades, ambientes geológicos e hidrológicos, características do rejeito radioativo ou industrial tóxico e com os projetos de engenharia dos depósitos. Como são informações georeferenciadas, da maioria dos estudos resultarão mapas e perfis em escalas diversas, muitos deles inter-relacionados.

O Repositório de Rejeitos Radioativos de Abadia de Goiás (figura 1), considerado de armazenamento subterrâneo raso (*shallow ground disposal*) é adequado apenas para rejeitos que decaem a níveis aceitáveis dentro de um período de tempo no qual é razoável a expectativa de que seja mantido um controle institucional do sítio. O armazenamento subterrâneo raso de rejeitos radioativos vem sendo praticado a algumas décadas, com uma gama de variações nos procedimentos empregados e nas quantidades de rejeitos envolvidas. Conseqüentemente existe um bom volume de experiência, em vários países, na qual basear-se. O objetivo ideal é de confinar as substâncias radioativas dentro do sítio enquanto elas forem perigosas.

A adequabilidade do sítio é determinada pela sua capacidade de isolar os radionuclídeos e pelo impacto da instalação no homem e no meio ambiente. Sendo a água o seu mecanismo usual de transporte, a concentração e quantidade dos radionuclídeos contidos nas águas nas adjacências do sítio devem ser mantidas dentro de doses-limites estabelecidas pela regulamentação.

Mecanismos de transporte relacionados a fenômenos geológicos, hidrológicos, biológicos e antrópicos devem ser levados em consideração e são os produtos dos estudos executados, destinados à prevenção, previsão, modelamento e controle de eventual acidente poluidor. Outro produto resultante desses estudos será um diagnóstico da situação ambiental anterior a qualquer evento poluidor, no sentido de detectar rapidamente qualquer substância poluidora que esteja escapando do repositório.

As características hidrogeológicas do sítio são os principais fatores controladores da migração dos radionuclídeos e, caso não ofereçam condições adequadas de confinamento, métodos artificiais deverão ser empregados para melhorar a *performance*.

A presença de rejeitos "enterrados" não implica necessariamente na inutilização futura da área para outros fins, tais como área de lazer, de preservação ecológica etc.

Os principais produtos resultantes desses estudos serão:

5.1 Estudos Hidrológicos

- Instalação de uma estação climatológica de 1ª classe.
- Instalação de duas estações fluviométricas.
- Índices Pluviométricos – determinação dos totais pluviométricos mensais (máximos, mínimos e médios), com base na série histórica das estações circunvizinhas.
- Chuvas Intensas – determinação da probabilidade de ocorrência de precipitações de diferentes intensidades e durações, com base na série histórica de registros pluviográficos em Goiânia (estação do INEMET – instalada em jan/1937).
- Determinação de índices característicos mensais e anuais relativos à temperatura do ar, pressão atmosférica, umidade relativa do ar e ventos, com base na série histórica da estação do INEMET em Goiânia.
- Cálculo dos índices de evapotranspiração através dos dados relativos a temperatura, umidade relativa, vento, insolação, radiação solar e evaporação, com base nas informações coletadas na estação do INEMET em Goiânia.
- Obtenção da série de vazões diárias do ribeirão dos Dourados na estação de Professor Jamil e estudo das vazões características mensais.
- Estudo de vazão específica dos rios da região, com base nos dados de estações fluviométricas do DNAEE, podendo envolver estudos de regionalização de vazões.
- Balanço Hídrico – determinação do Coeficiente de Deflúvio (*run-off*) na área, tanto para chuvas isoladas como para o ano hidrológico, com base nos dados coletados nas estações a serem instaladas.
- Equacionamento das variáveis intervenientes no ciclo hidrológico.
- Transporte Sólido – determinação da descarga sólida total transportada pelos cursos d'água ao longo do ano hidrológico, com base nos dados coletados nas estações.
- Qualidade das águas – avaliação da qualidade da água nos locais de amostragem ao longo do ano hidrológico. Os parâmetros a serem monitorados, em princípio, serão aqueles tradicionalmente analisados pelo DNAEE (condutividade, temperatura, OD, pH, cor, óleos e graxas, detergentes, nitratos, DBO, alcalinidade, dureza, turbidez, fenóis, nitritos, nitrogênio amoniacal, DQO, sólidos em suspensão, ortofosfatos, metais pesados e organo-clorados), acrescidos de parâmetros de necessidade específica do projeto. Serão levantadas também as informações já existentes.
- Relatório final com conclusões e recomendações.

5.2 Estudos Hidrogeológicos

- Mapa geológico regional da área, em escala 1:100.000, contendo os conhecimentos geológicos disponíveis (Programa de Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil – PLGB).
- Mapa geológico em escala 1:25.000 das áreas adjacentes ao repositório de Abadia, obtido a partir de fotointerpretação e trabalhos de campo, com ênfase na geologia estrutural e nos litofácies mais superficiais (tipos de solos e de rochas alteradas).
- Perfuração de poços tubulares – serão perfurados na área do Repositório vários poços tubulares para determinação dos parâmetros hidrodinâmicos do aquífero, tais como permeabilidade, transmissividade, coeficiente de armazenamento, porosidade, dispersividade, direções e velocidade de fluxo, composição química das águas etc.
- Piezômetros – serão perfurados aproximadamente 40, para observação da superfície piezométrica, testes de injeção, coleta de água e teste do aquífero.
- Testes de bombeamento e injeção de água para caracterização hidráulica e avaliação dos parâmetros hidrodinâmicos do aquífero.
- Estudos hidroquímicos – serão coletadas e analisadas cerca de 100 amostras de água dos poços tubulares e piezômetros em profundidades e épocas diferentes, para avaliar o conteúdo poluente das águas subterrâneas.
- Análises granulométricas de amostras de horizontes diferentes dos solos e rochas alteradas, para apoio às determinações das características hidrodinâmicas.
- Testes com traçadores de radioisótopos para determinar as direções de escoamento das águas subterrâneas, velocidade de fluxo horizontal e vertical, localização de níveis e estruturas permeáveis e diluição.
- Mapas específicos em escalas convenientes (1:1.000) indicativos das principais características hidrogeológicas e hidroquímicas.
- Mapas resultantes do processamento interativo dos mapas temáticos das diversas disciplinas envolvidas no programa.
- Relatório final com conclusões e recomendações.

5.3 Estudos Pedológicos

- Características morfológicas dos solos, abertura de trincheiras dos perfis completos em locais selecionados, para classificação pedológica.
- Descrição das características físico-químicas dos solos e definição dos horizontes diagnósticos.

- Análises de macro e microelementos das amostras, em laboratório especializado.
- Tabulações e classificações, resultando em relatório final com conclusões e recomendações.
- Apresentação de projeto de recuperação do solo e da vegetação, consistindo basicamente em subsolagem, gradagem em curvas de nível, aplicação de corretivos e fertilizantes e plantio de leguminosas e gramíneas. Numa 2ª fase, o projeto contemplará o replantio de espécies arbóreas e arbustivas de essências nativas do cerrado e exóticas de crescimento rápido.

5.4 Estudos Geológico-Geotécnicos

A partir da análise dos dados obtidos pelos seguintes serviços serão obtidos mapas e esquemas geológico-geotécnicos da área do repositório.:

- Escavação de poços manuais e descrição dos respectivos perfis litológicos.
- Execução de 10 furos de sondagens geotécnicas tipo SPT, de acordo com a norma NBR 6484/80.
- Execução de 10 furos de sondagens geológicas e descrição dos perfis litológicos.
- Execução de 4 poços tubulares e 40 furos piezométricos para estudos hidrogeológicos.
- Seleção e avaliação de áreas para empréstimo de materiais adequados para utilização nas obras de construção do repositório.

5.5 Seleção de Locais

Geralmente os estudos para instalações nucleares ou de armazenamento de rejeitos radioativos ou industriais tóxicos não estão tão avançados como em Abadia de Goiás, pois os locais dos depósitos não foram ainda selecionados.

A autoridade licenciadora deve obter conhecimentos especializados numa grande variedade de assuntos, antes que possa ser tomada uma decisão sobre:

- a) - se a área é adequada para instalação de repositório de rejeitos;
- b) - que tipo de rejeitos, em que quantidades é adequado para o sítio.

Uma série de produtos de maior abrangência geográfica são então utilizados como complemento indispensável aos critérios antrópicos de seleção. Tanto podem ser destinados à avaliação de favorabilidade ou riscos geológicos, hidrológicos, climáticos etc., como podem ser produtos destinados a prevenção, previsão, modelamento e controle de eventuais acidentes.

Os principais produtos, entre outros, serão:

Estudos Geológicos Regionais

- Seleção de ambientes geológicos favoráveis para depósitos subterrâneos, de acordo com critérios de segurança aceitos internacionalmente, visando armazenar rejeitos de alta periculosidade e de duração milenar.
- Seleção de ambientes e parâmetros geológicos de baixo risco para terremotos, desabamentos, infiltrações por fraturamentos ou rochas muito permeáveis, com boas condições para fundações, etc.

Estudos Geoquímicos

- A experiência da CPRM em prospeção geoquímica e interpretação computadorizada de dados analíticos pode ser facilmente adaptada para detecção e controle de elementos e substâncias poluidoras, radioativos ou industriais tóxicos. É uma tecnologia que pode também ser facilmente empregada para controle ambiental de garimpos e áreas de mineração.

Estudos Sismológicos

- Estabelecimento de zonação sísmica, através de estudos de geologia estrutural, neotectônica, etc.
- Avaliação da história sísmica de áreas.

Estudos Geofísicos

- Determinação em subsuperfície, de espessuras de camadas, estruturas e corpos de rochas com influência sobre a implantação do depósito de rejeitos.

Estudos Pedológicos

- Cartografia de tipos de solos e vegetação.
- Estudos geoquímicos de solos

Estudos Agrários e Florestais

- Cartografia de culturas agrícolas e de florestas, através de técnicas tradicionais e com emprego de aerofotografias e imagens de satélites.
- Avaliação dos riscos naturais, erosão do solo, incêndios, desertificação e degradação dos terrenos.

Estudos de Geologia Ambiental

- Avaliação do impacto ambiental

Estudos Hidrológicos Regionais

- Divisão e classificação das bacias hidrográficas

Estudos Climatológicos/Meteorológicos

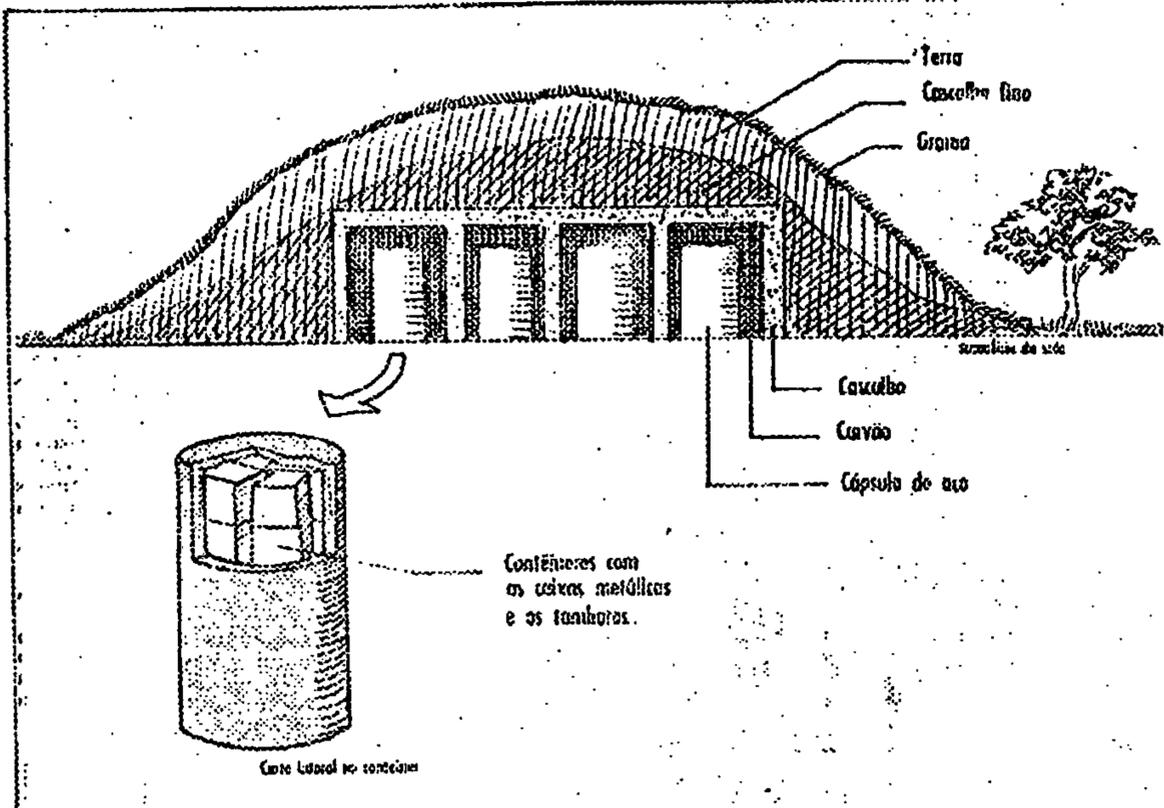
6. UTILIZAÇÃO

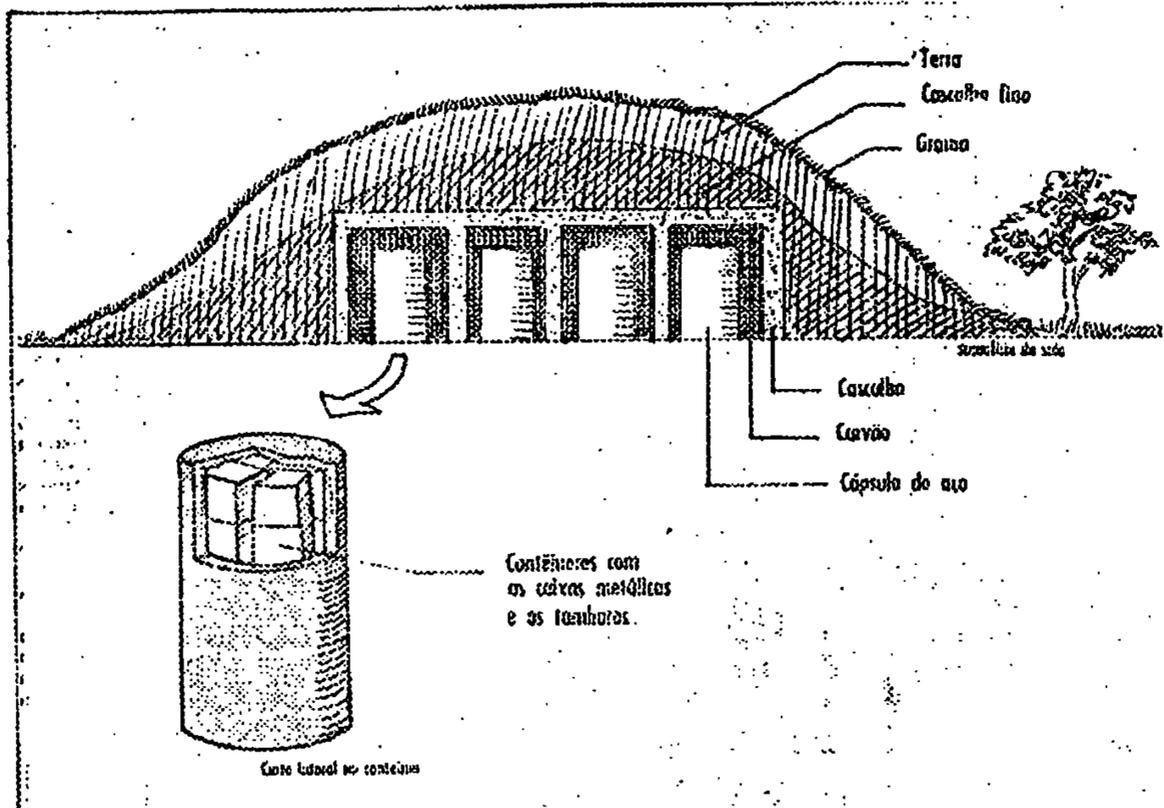
A utilização dos produtos do programa de seleção e avaliação de sítios para depósitos de rejeitos radioativos ou industriais tóxicos é direcionada principalmente para a segurança dos habitantes atuais e de futuras gerações e em seguida para a preservação ecológica.

É o controle da poluição ambiental no sentido mais rigoroso, pois trata-se de materiais de alta toxicidade, que se não forem devidamente resguardados e controlados, são extremamente perigosos para a saúde e a vida da população local e do ecossistema.

A utilização dos resultados dos estudos pode ser dividida em categorias, muitas com interfaces superpostas:

- Utilização de parâmetros obtidos para seleção de sítios adequados ao armazenamento de materiais e produtos perigosos para a saúde e a vida da população. Obviamente esses parâmetros são subordinados aos critérios antrópicos de seleção, tais como densidade populacional, proximidade de grandes centros urbanos, áreas com previsão de crescimento populacional, industrial ou agrícola, etc. No caso de rejeitos radioativos existe ainda uma subdivisão em rejeitos de alto, médio e baixo nível radioativos. Incluem-se aqui parâmetros e critérios sísmicos, geotécnicos, geológicos e hidrológicos que tem a finalidade de detectar riscos à integridade das obras de engenharia civil que abrigam as instalações nucleares. Os critérios geológicos tem papel de destaque na seleção de sítios subterrâneos para armazenamento de rejeitos radioativos de alto e médio níveis, onde as rochas circundantes devem ter características muito especiais de estabilidade por dezenas de milhares de anos, permeabilidade, porosidade, ausência de fraturamento, resistência a altas temperaturas etc.
- Estudo de áreas para detectar, prever, modelar e, se possível, evitar as conseqüências graves de um eventual acidente poluidor. É nesse caso que enquadram-se os estudos para o Repositório de Abadia, que deve resistir as intempéries e fenômenos naturais por cerca de 300 anos para cumprir sua finalidade. Aqui enquadram-se também os estudos destinados a avaliar e mensurar a situação atual da área selecionada, com o objetivo de detectar, no futuro, qualquer aumento quantitativo das substâncias e elementos poluidores.
- Finalmente, os estudos destinados a detectar e avaliar os riscos geológicos e hidrológicos de uma poluição ambiental já instalada ou em processo de instalação, delimitar suas dimensões, direção de dispersão etc. e oferecer meios e soluções para seu controle ou eliminação.





**PROPOSTA PARA EXECUÇÃO DE POÇOS MANUAIS E
SONDAGENS NA ÁREA DE ABADIA DE GOIÁS**

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS
Diretoria de Geologia e Recursos Hídricos

**PROPOSTA PARA EXECUÇÃO DE POÇOS MANUAIS E
SONDAGENS NA ÁREA DE ABADIA DE GOIAS**

1. OBJETIVOS

- 1.1 - Escavação de 5 poços por meios manuais sem utilização de explosivos, com profundidades de 5 metros
- 1.2 - Execução de 10 poços (furos) de sondagens geotécnicas SPT, de acordo com as especificações da norma NBR 6484/80, com profundidades estimadas de 20 a 30 metros.
- 1.3 - Execução de aproximadamente 300 metros de sondagem rotativa a diamante, testemunhada, com profundidades estimadas entre 30 e 50 metros, dos quais 3 furos serão inclinados de 45/50 graus.

2. PRAZOS

O prazo de execução desses serviços é de três meses, a partir da assinatura do instrumento contratual

3. PREÇOS

3.1 - Módulo abertura de poços manuais

Descrição	Preço Unitário (Cr\$)	Total Estimado (Cr\$)
Metro escavado de solo ou rocha alterada (rocha "mole"), sem utilização de explosivos ou martelete	28.550,00	713.750,00
Perfil geológico de poço por metro	3.800,00	95.000,00
Total		<u>808.750,00</u>

Obs. - Na eventualidade de ser necessário o emprego de meios mecânicos nas escavações, será cobrado o preço de mercado do aluguel do compressor e martelete.

3.2 - Módulo sondagem a percussão

Execução de 10 sondagens geotécnicas SPT 5.206.000,00

3.3 - Módulo sondagem rotativa testemunhada

Descrição	Preço Unitário (Cr\$)	Total Estimado (Cr\$)
Taxa de mobilização por sonda	725.000,00	725.000,00
Por metro perfurado em diâmetro NX	35.000,00	10.500.000,00
Por hora de sonda parada	15.000,00	-
Por hora de mudança entre locações	16.750,00	402.000,00
Por metro de descrição de testemunho	2.300,00	575.000,00
Total		<u>12.202.000,00</u>

3.4 - Preço Estimativo Total

O preço total desses serviços é estimado em Cr\$ 18.216.750,00 (valor de fevereiro de 91). Os preços serão revistos trimestralmente ou sempre que ocorrerem fatos que causarem aumentos significativos nos custos operacionais, de comum acordo com os representantes da CNEN.

4. FORMA DE PAGAMENTO

O pagamento será efetuado da seguinte forma:

- 10% na assinatura do instrumento contratual;
- mensalmente, de acordo com os serviços executados e medidos;
- na última fatura (3º mês) será feito o acerto correspondente aos 10% iniciais.