

ESTUDO DO REGIME DE FLUXO SUBTERRÂNEO DA ÁREA DE INFLUÊNCIA DE UMA DESTILARIA DE ALCOOL EM CONCEIÇÃO DA BARRA – ES

Elias Lira dos Santos Junior¹; Frederico Terra de Almeida²; Maria da Gloria Alves²; Sérgio Tibana²; Nelson Élio Zanotti³.

RESUMO

Este trabalho apresenta a identificação do regime de fluxo subterrâneo na área de influência direta da Companhia de Alcool Conceição da Barra Ltda, localizada no norte do Estado do Espírito Santo. Tal estudo é justificado pela necessidade do monitoramento das águas subterrâneas segundo um critério técnico adequado. Esta identificação contribuirá para a compreensão dos processos de transporte de contaminantes neste compartimento geoambiental e a indicação da interferência dos insumos agrícolas utilizados nesta atividade sobre o meio físico, no caso particular a água. Para este estudo foram realizados levantamentos topográficos e a instalação de piezômetros ao longo das áreas circunvizinhas a planta industrial e, sobremaneira, aos tanques que recebem vinhaça. As amostras de solo foram coletadas segundo sua variação física, sendo levadas ao Laboratório de Engenharia Civil (LECIV) da Universidade Estadual do Norte Fluminense (UENF). Os níveis de água nos poços foram monitorados ao longo de um ano com vistas ao estudo da variabilidade dos mesmos e, por conseguinte, a confecção das linhas equipotenciais e por fim a rede de fluxo. Desta forma verificou-se que o fluxo segue no sentido nordeste com a agravante de passar por baixo dos tanques de vinhaça.

PALAVRAS-CHAVE

regime de fluxo; vinhaça, rede de fluxo.

INTRODUÇÃO

A idéia de uma ‘agricultura sustentável’ revela, antes de tudo, a crescente insatisfação com o “*status quo*” da agricultura moderna. Indica o desejo social de sistemas produtivos que, simultaneamente, conservem os recursos naturais e forneçam produtos mais saudáveis, sem comprometer os níveis tecnológicos já alcançados de segurança alimentar. Resulta de emergentes pressões sociais por uma agricultura que não prejudique o meio ambiente e a saúde (MCT; 2002).

1) M.Sc. Ciências de Engenharia.

2) Professor Associado – Laboratório de Engenharia Civil – Universidade Estadual do Norte Fluminense.

3) Engenheiro Agrônomo – Consultor Ambiental.

Como a oferta de energia elétrica no Brasil depende fortemente da geração hidrelétrica, o clima desfavorável no início de 2001, a quantidade de chuvas nos primeiros meses de 2001 ficou 29% abaixo da média histórica no Sudeste e Centro-Oeste e 53% abaixo da média histórica no Nordeste, o que causou a crise de energia elétrica. Tal crise chamou atenção para disfuncionalidades e imperfeições do novo modelo do setor elétrico, que contribuíram para provocar um desequilíbrio do sistema interligado, o qual foi privado de sua característica plurianual, passando a depender do regime de chuvas de um único ano. Essas disfuncionalidades decorrem da própria transição para o novo modelo, da falta de complementação dos marcos regulatórios estabelecidos e de certo atraso no cronograma de implementação dos empreendimentos em termelétricas, como delineado no Programa Prioritário de Termelétricas, lançado em 1999.

O planejamento e o gerenciamento dos recursos de água subterrânea, bem como a proteção e a descontaminação de aquíferos, dependem da habilidade em quantificarem-se os fenômenos de fluxo e de transporte em sistemas aquíferos. Sendo assim objetiva-se a identificação do regime de fluxo a partir da rede de fluxo visando o monitoramento sistemático das águas subterrâneas, podendo-se, inferir sobre os efeitos da atividade sucro-alcooleira neste meio.

O desenvolvimento deste estudo deu-se a partir de uma exigência do Instituto Estadual do Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Estado do Espírito Santo (IEMA) visando o monitoramento da água subterrânea e o efeito das atividades agrícolas, sobremaneira, das destilarias de álcool sobre o solo e a água. Sendo foco deste trabalho a Companhia de Álcool de Conceição da Barra (ALCON).

ÁREA DE ESTUDO

A empresa está situada ao norte do Estado do Espírito Santo, junto a BR-101/Norte, Km 35,5, lado esquerdo no sentido Sayonara – Braço do Rio. A planta industrial esta situada nos pontos (UTM) 400159E, 7958910N, no município de Conceição da Barra, localidade de Sayonara. Sendo o acesso restrito a rodovia BR-101. A Figura 01 mostra a carta topográfica com a locação da planta industrial da usina e seus respectivos tanques de vinhaça.

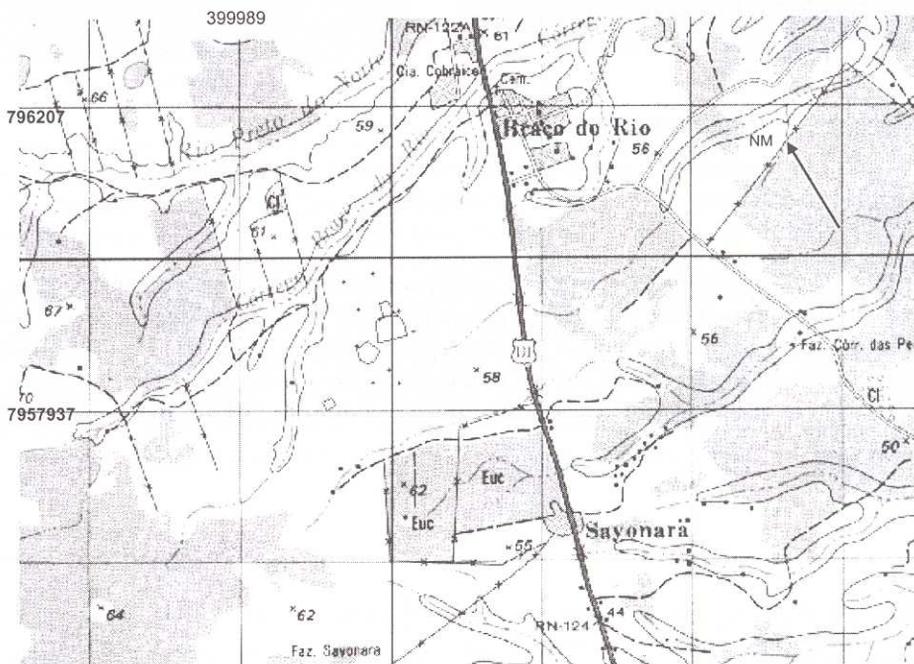


Figura 01 - Carta Topográfica da Área da Alcon. (ESC:1/100.000)

Para a melhor compreensão do fluxo de água, apresenta-se, abaixo, um croqui esquemático do uso da mesma na planta industrial.

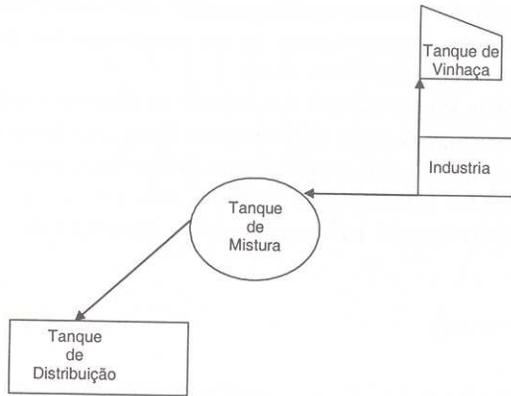


Figura 02 - Croqui Esquemático do Fluxo de Água na Planta Industrial da ALCON

A empresa possui três pontos de captação de água a dizer:

Córrego do Macuco: $Q = 210 \text{ m}^3/\text{h}$;

Córrego da Lama: $Q = 250 \text{ m}^3/\text{h}$;

Bacia de Acumulação: $A \cong 9 \text{ há}$.

As águas utilizadas no resfriamento de caldeiras e na lavagem da cana-de-açúcar são reutilizadas no próprio processo, funcionando como circuito fechado, com perdas da ordem de 20 a 30%. Após a chegada ao tanque de mistura (vinhaça + água de lavagem), por gravidade esta solução é enviada para o tanque de distribuição, por bombeamento, e deste enviando para as áreas de plantio, para a composição ser incorporada ao solo.

METODOLOGIA

Os estudos foram realizados a partir de dados topográficos já existentes, com uma pequena atualização na base cartográfica por GPS do tipo GEOEXPLORER #3. Desta forma foi gerada uma base plani-altimétrica para a plotagem da superfície potenciométrica. Os levantamentos topográficos foram realizados visando a locação da planta industrial e a indicação dos furos de sondagem que a posteriori serão considerados como poços de monitoramento da qualidade da água. Este trabalho baseou-se no método de investigação de simples sondagem. Esta técnica consiste na verificação dos substratos de solo e sua respectiva caracterização granulométrica, que foram realizados no Laboratório de Engenharia Civil da Universidade Estadual do Norte Fluminense - LECIV/UENF (Santos Jr; 2002). Além da caracterização granulométrica (coleta de amostras) estes poços funcionam como pontos de monitoramento do nível d'água para a caracterização piezométrica do local, ou seja, para que seja possível traçar as linhas equipotenciais do aquífero subterrâneo do local de estudo.

O nível de água nos poços foi monitorado ao longo de um ano objetivando a variação do lençol segundo as estações do ano. Os valores do nível de água em conjunto com altimetria foram processados no SURFER obtendo-se as equipotenciais e, por conseguinte, a rede de fluxo.

Segundo CPRM (2000) o potencial hidráulico em um ponto qualquer é simplesmente a carga hidráulica do ponto (h) multiplicada pela aceleração da gravidade (g). Como na superfície terrestre g é praticamente constante, ϕ e h são perfeitamente correlacionáveis e a carga hidráulica pode ser

considerada como um potencial do ponto de vista físico e matemático. A carga hidráulica é a soma de duas parcelas: a carga de elevação (z) e a carga de pressão em metros de coluna d'água P/γ . Em termos práticos, no caso de aquíferos não confinados, a carga na superfície livre corresponde ao próprio nível da água. Sabe-se que nem a carga de elevação sozinha e nem a carga de pressão sozinha controlam o movimento, sendo este controlado pela carga total. Aponta-se para o fato de que a representação da superfície piezométrica só faz sentido em aquíferos horizontais com fluxo horizontal

A locação dos 12 poços foi em função dos fatores tipológicos e ambientais da área, ou seja, seguiu-se à premissa da observância de áreas que recebam vinhaça, ou mesmo, que sejam consideradas potencialmente poluidoras, como o entorno dos tanques de distribuição de vinhoto e/ou margens de corpos hídricos. Um outro fator interveniente à escolha dos poços foi a utilização destes para o monitoramento das águas subterrâneas, haja vista o elevado custo para execução deste tipo de poço.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 03 apresenta o resultado do levantamento topográfico (plani-altimétrico) realizado na área de estudo.

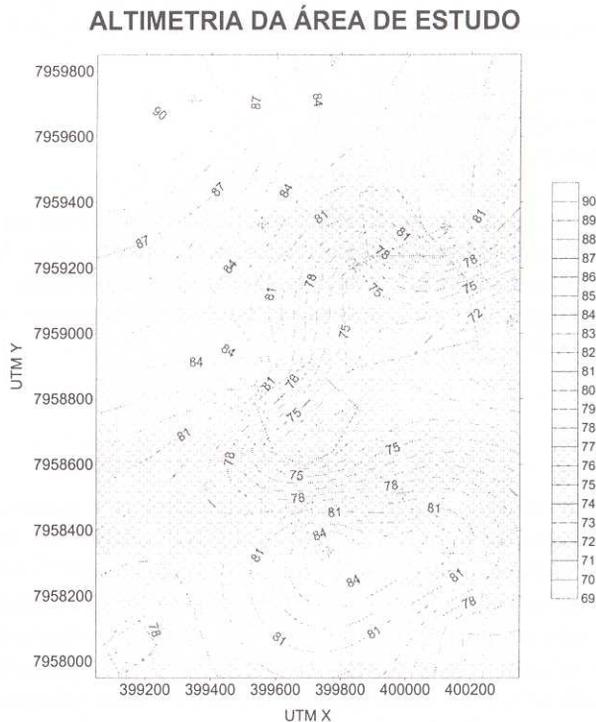


Figura 03 - Mapa Plani-Altimétrico da Área da ALCON.

De acordo com a Figura 03 se pode notar que a localização dos tanques ocorre nos pontos de cota mais elevada do terreno, estando a planta industrial sobre uma área próxima a uma depressão (baixada). Em seguida ao levantamento topográfico foram confeccionados os poços, visando a coleta de amostras de solo, para sua caracterização física e, por conseguinte, a montagem dos perfis geotécnicos (Anexos) contribuindo para a identificação do fluxo subterrâneo.

Os perfis de solo apresentaram características arenosas com pouca presença de argila e/ou silte mostrando-se variável no tocante a coloração, variando de cinza a cinza escuro, função dos minerais presentes no solo.

A rede de fluxo sub-superficial é obtida em função de linhas perpendiculares as equipotenciais, estando representada na Figura a seguir.

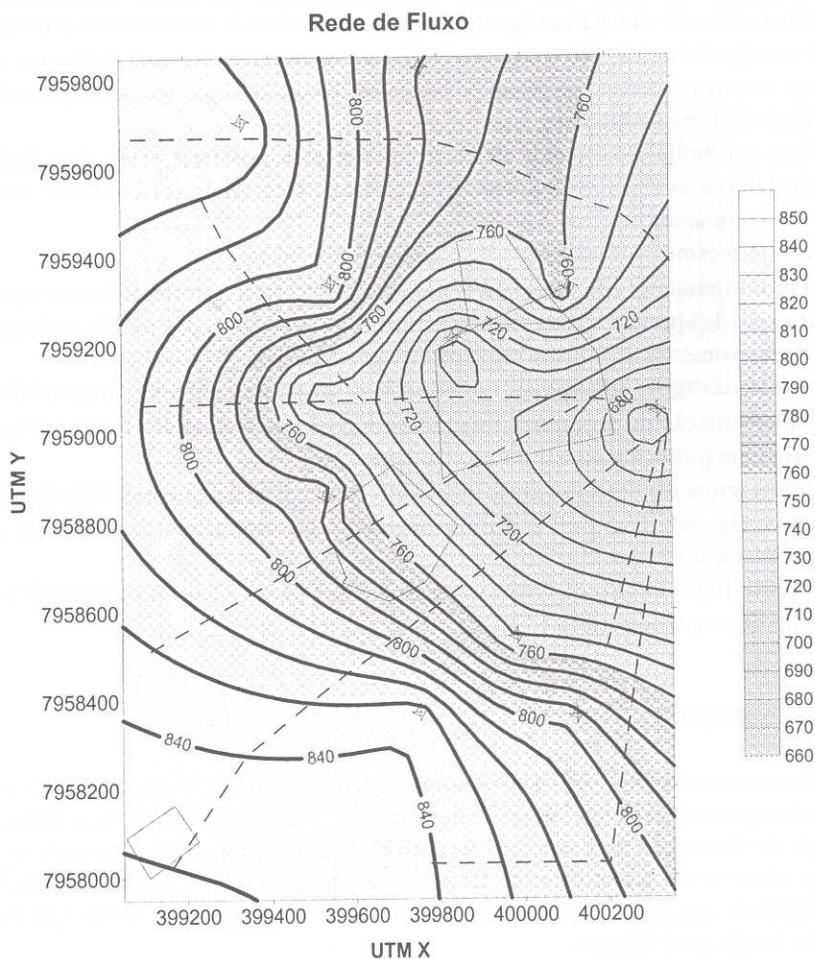


Figura 04 - Mapa Indicativo da Rede de Fluxo Sub-Superficial na ALCON.

Notadamente verifica-se um comportamento nordeste para o fluxo subterrâneo, em que a empresa fica acima deste aquífero requerendo, desta forma, maiores cuidados acerca do lançamento de produtos agrícolas em suas áreas de plantio. Os cuidados devem ser, ainda, redobrados quando se verificam as características do solo da área, que em questão são arenosos ou areno-argilosos, o que implica em uma permeabilidade bastante considerável podendo, assim, contribuir para o processo de contaminação dos mananciais subterrâneos e/ou, até mesmo, os superficiais (ex: córrego braço do rio), visto que o fluxo migra neste sentido.

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

A observação da rede de fluxo indica:

- ⊕ Um sentido de fluxo subterrâneo predominantemente nordeste;
- ⊕ O sentido do fluxo aponta para um tipo de rio efluente, onde, a recarga dos corpos superficiais é exercida pelo aquífero subterrâneo, pois a cota do nível d'água é menor que a cota piezométrica; Teixeira (2002). Ver carta topográfica; eg: córrego braço do rio.

- ⊕ Os tanques que recebem vinhaça, ou a mistura antecedem os corpos hídricos superficiais, ou ainda, situam-se em áreas de cota mais elevada, o que teoricamente, dificultam a contaminação das águas sub-superficiais, no tocante as suas localizações; devendo-se observar minuciosamente o efeito da vinhaça nas águas subterrâneas em face da característica arenosa do solo;
- ⊕ O uso da vinhaça é, extremamente, relevante para o uso racional das águas uma vez que existe uma considerável economia de água na irrigação, deste que seja aplicada dentro de critérios técnico-ambientais;
- ⊕ Esta determinação de rede de fluxo aponta para possíveis erros caso haja um fluxo vertical (3d) e, ainda, o meio poroso não seja isotrópico. Após as conclusões retiradas deste estudo recomenda-se:
 - ⊕ O monitoramento sistemático das águas subterrâneas;
 - ⊕ O monitoramento das características químicas do solo, estratificadamente, com vistas à verificação da interferência da vinhaça e outros insumos utilizados na atividade agroindustrial no compartimento solo e sua migração tempo-espacial;
 - ⊕ Análise das águas superficiais nestas áreas e/ou mesmo em áreas circunvizinhas;
 - ⊕ Implementação de programas visando a educação ambiental dos funcionários da empresa para uma política racional do uso da água;
 - ⊕ Georreferenciamento das áreas de plantio e demais áreas que recebam vinhaça e outros insumos (agrotóxicos) para o acompanhamento informatizado das ações da empresa ao longo destas unidades.
 - ⊕ Estudos hidrodinâmicos com uso de traçadores para a identificação/ratificação do sentido de fluxo encontrado.

AGRADECIMENTOS

Os autores deste trabalho agradecem, sobremaneira, aos diretores da Usina Alcon pelos próximos financeiros para o desenvolvimento desta pesquisa, sobretudo, ao Sr. Nerzi Dalla Bernadina. A comunidade de Conceição da Barra pela receptividade e compreensão para a realização física da pesquisa. Aos técnicos do laboratório de Engenharia Civil, André e Milton. Aos funcionários da empresa na figura de seu gerente agrícola Sr. Evaristo e, essencialmente, a equipe que colaborou na confecção dos poços de sondagem.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CPRM. *HIDROGEOLOGIA - CONCEITOS E APLCAÇÕES*. 2ª ed. 391p; Fortaleza; CPRM/REFO, LABHID-UFPE; 2002.
- MCT _ Publicação do Ministério da Ciência e Tecnologia. *DESCRIÇÃO DAS PROVIDÊNCIAS PREVISTAS OU TOMADAS PARA A IMPLEMENTAÇÃO DA CONVENÇÃO-QUADRO DAS NAÇÕES UNIDAS SOBRE MUDANÇA DO CLIMA NO BRASIL*. Secretaria de Políticas e Programas de Ciência e Tecnologia. Departamento de Programas Temáticos. Coordenação Geral de Mudanças Globais; 2002.
- Santos Jr; Elias L. *AVALIAÇÃO DA CONTAMINAÇÃO DO SOLO POR METAIS PESADOS NA ÁREA DE DISPOSIÇÃO FINAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS DA CIDADE DE CAMPOS DOS GOYTACAZES - RJ*. Dissertação de Mestrado, 156p. LECIV/UENF; RJ-2002.
- Teixeira; Wilson. et al. *DECIFRANDO A TERRA*. Oficina de Textos - São Paulo; 568p; 2000.

ANEXOS

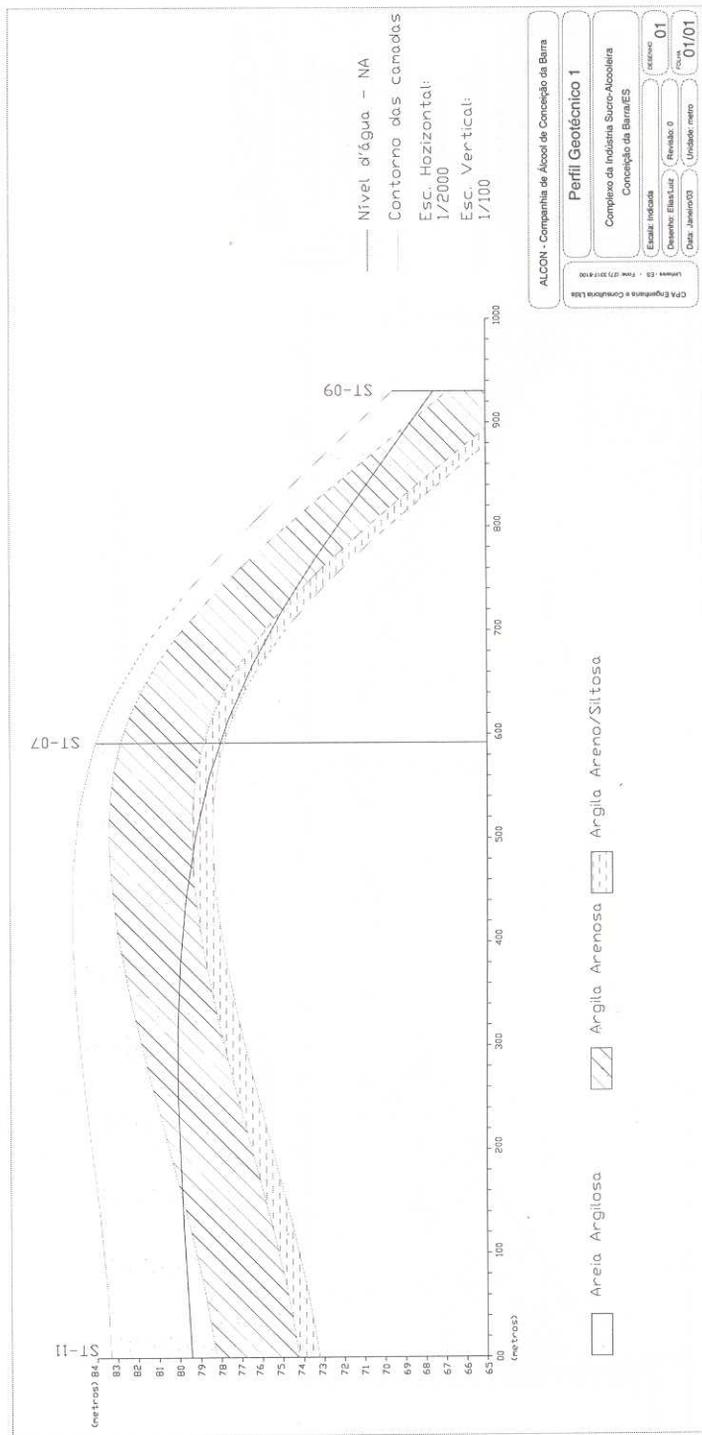


Figura 05 - Perfil Geotécnico

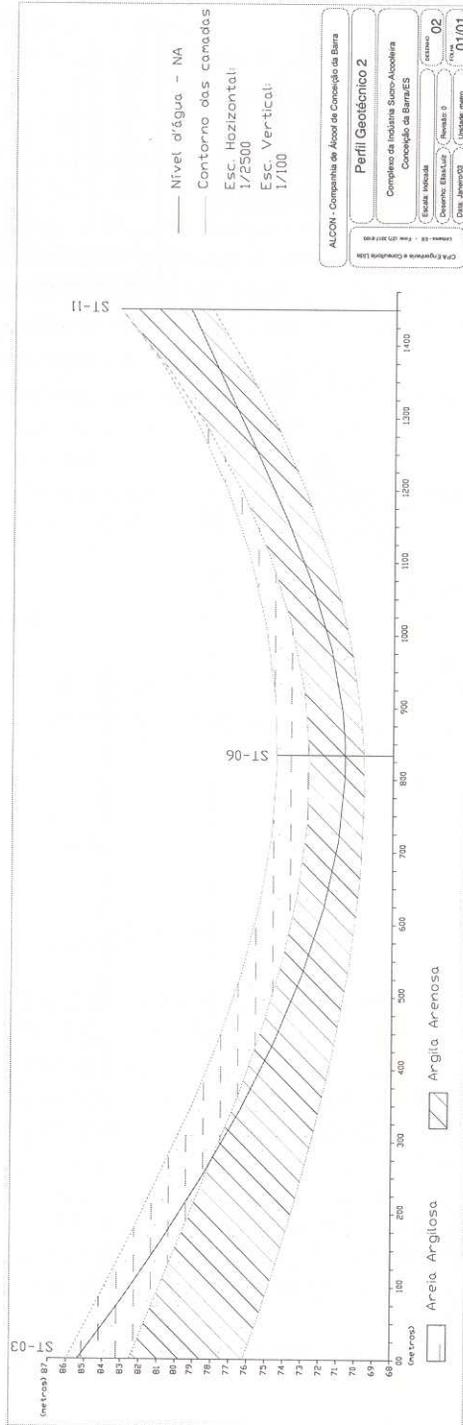


Figura 06 - Perfil Geotécnico

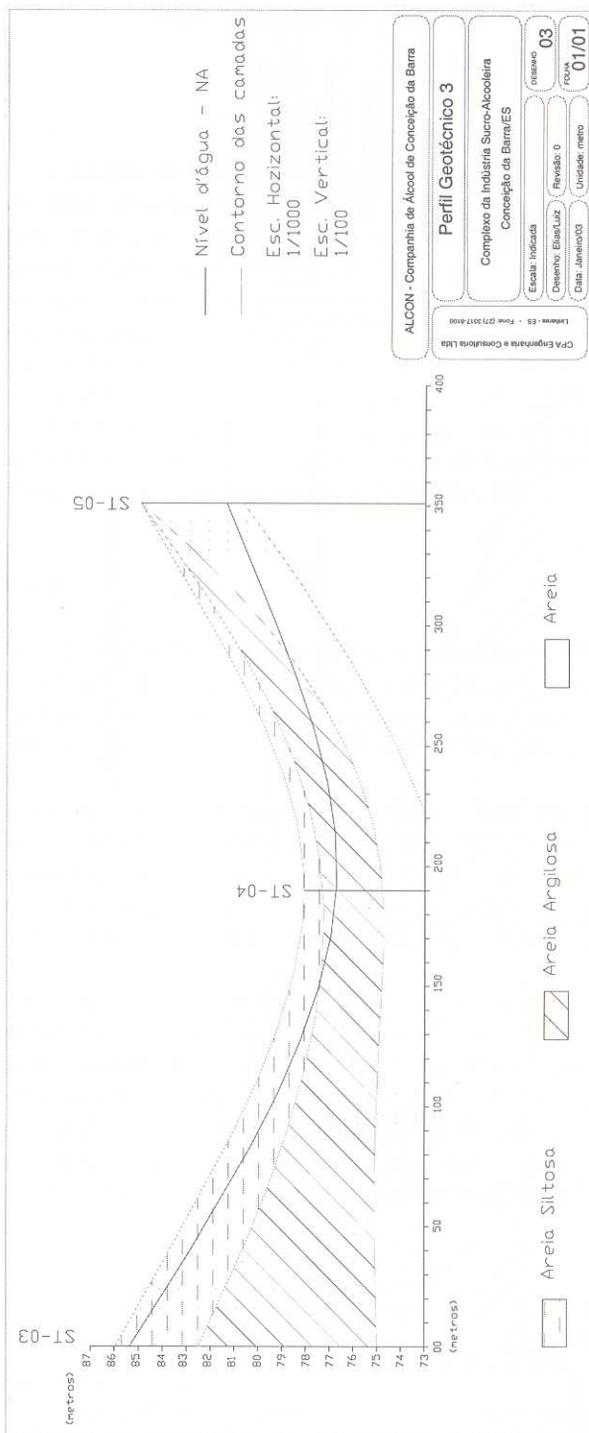


Figura 07 - Perfil Geotécnico

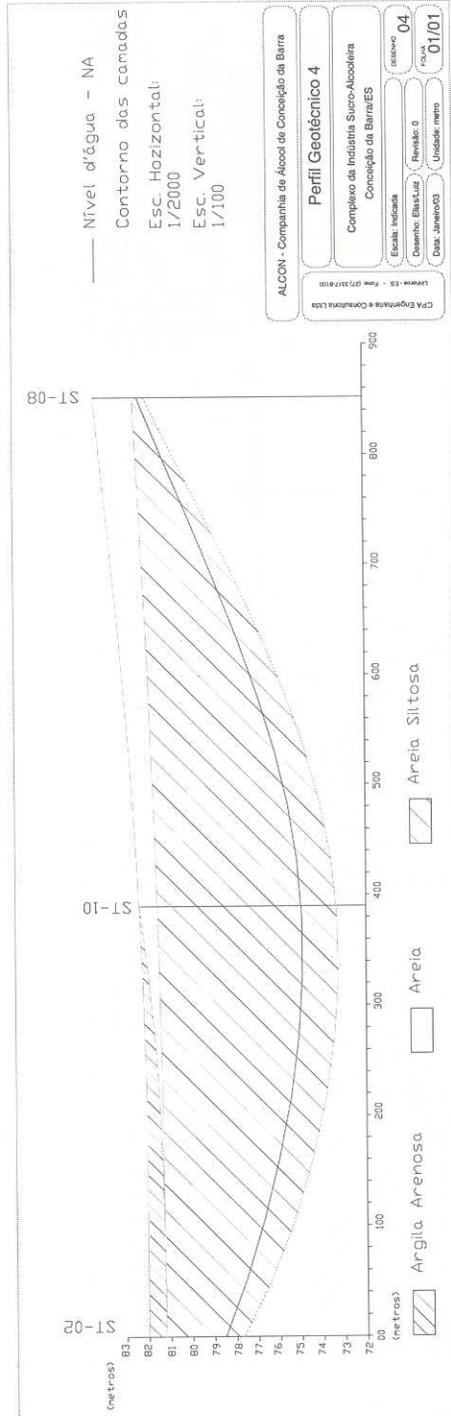


Figura 08 - Perfil Geotécnico