



REFLEXÕES SOBRE A CONDUTA NA GESTÃO DE PASSIVOS AMBIENTAIS

João Alberto Bottura

Palestra apresentada no SEMINÁRIO AESAS /2005 - **POLÍTICAS DE GESTÃO DA QUALIDADE DO SOLO E DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS**

Eu vou falar sobre **Conduta em Estudos de Passivos Ambientais**. Fazendo breve reflexão, sobre um tema simples – o poço de monitoramento.

A reflexão o elemento “poço de monitoramento” que é uma obra simples, não é complicado de fazer, custa pouco, mas do qual depende todo o estudo de Passivo Ambiental. É do poço de monitoramento que vão sair todas as informações para o estudo de **Passivo Ambiental**. Até a recuperação da área nós fazemos com base nessas informações. É prática no nosso mercado, não vou dizer que seja prática de todas as empresas, mas da maioria das empresas, não dar importância a esse elemento: **Poço de Monitoramento**.

Para embasar o assunto vamos nos referir ao modelo conceitual, aspecto que o órgão ambiental da fundamental importância, os consultores precisam ter muito claro. O modelo conceitual do meio, o modelo conceitual do subsolo. Pensamos no modelo conceitual, nós pensamos num horizonte não saturado, no aquífero, no nível d’água, no nível estático, no nível dinâmico, como se o meio fosse homogêneo isotrópico (Figura 1). Para instalar o poço de monitoramento, ele vai ter filtro penetrando todo o meio contaminado que está em subsuperfície, o contaminante está migrando no ponto de vazamento no aquífero e está se distribuindo uniformemente pelo meio. Não é verdade, não existe meio homogêneo e isotrópico em geologia, em hidrogeologia. O meio é sempre alternância de camadas de diferentes condutividades hidráulicas, diferentes litologias, e também com diferente concentração dos contaminantes. O modelo conceitual inicial deve ser este (Figura 2) e não o anterior, do meio homogêneo e isotrópico, mostrado na Figura 1. Nós precisamos aprender a visualizar em subsuperfície. Nós vamos encontrar alguns extratos homogêneos em região costeira, mas são raros. Os extratos homogêneos podem ser individualmente homogêneos, mas no total eles vão estar estratificados com uma seqüência de areia, argila, silte, lentes, contaminantes distribuídos nas várias camadas e interações diferentes do meio com o contaminante. Interações que alteram as características de transporte do contaminante na água subterrânea. Então é fundamental saber que uma coisa é quando nós vemos o meio geológico. E outra coisa é quando nós vemos uma pluma em evolução. Eu vou apresentar um exemplo simples: aqui se vê uma pluma de contaminante adsorvido no solo (Figura 3). Esta é a forma conceitual da presença do contaminante no solo. A pluma de contaminação em evolução no solo ou na água subterrânea. Esta é a



forma convencional, este é o conceito. Todos nós vemos isso, esta figura é transferida de livros textos, esta figura é transferida para relatórios, esta figura é apresentada em palestras, em seminários, em cursos: a fase adsorvida, a fase livre e a fase dissolvida. No meio natural ela é diferente. Ela é como mostrada na Figura 4, nós sempre vamos ter interações. Dependendo do local que você furar, tranqüilamente vai pegar só a fase livre e a fase dissolvida. Se furar aqui, vai pegar outra condição. Você pode furar uma condição diferente. Então, o nosso modelo conceitual nunca pode ser um modelo simples. Temos que estar sempre com a geologia bem definida, para pensar como a pluma de contaminação vai migrar. E isso é fundamental, é o que eu digo para os meus alunos: o profissional que trabalha nessa área precisa aprender a ver o que tem em superfície e como o que tem na superfície está atuando em subsuperfície, onde vazou e o que vazou. E em subsuperfície, o que está acontecendo? Para que lado está se movimentando a pluma? Como está se movimentando? São condições complexas que muitas vezes por falta de conhecimento adequado, complicam o processo de remediação. Aquele caso que parecia simples, na hora em que você quer resolver, não consegue.

Bem, o poço de monitoramento é uma obra simples: você contrata, acerta o preço, vai furar, instalar, e não se preocupa em saber qual o método de perfuração, quais os diâmetros envolvidos, a perfuração e instalação do poço de monitoramento, penetração no aquífero, intervalo filtrante, limpeza e desenvolvimento, procedimentos para purgeamento, procedimento de amostragem, finalidade e uso do poço de monitoramento.

Para tudo o que nós vamos fazer, para todas as fases do estudo dependemos do poço de monitoramento. Se eu não projetei o poço de monitoramento adequadamente, todo o trabalho posterior pode estar comprometido. Então quando a gente pensa em método de perfuração, nós temos o tradicional: o manual, que é o trado manual: é um método simples, fácil e considerado barato. Qualquer um pode executar, não exige nenhuma habilidade especial. E podemos usar a *Hollow Steam Auger*, que é o método mecânico, seguro e rápido. Concordo que alguns casos você não consegue resolver com o método mecânico; você tem de usar o trado manual. Mas o uso do trado manual não pode ser a primeira opção. Essa é uma opinião minha, eu sei que tem muita gente contra isso, eu acho que a *Hollow Steam Auger* é o método que nos dá segurança. Podemos discutir isso, avançar nessa discussão. Não vou falar sobre o método de perfuração, porque isso é matéria para um seminário específico. Eu estou colocando uma opinião pessoal e peço que vocês pensem sobre o assunto. Discutimos muito, o Rodrigo colocou ontem, muita gente vai colocar: problema de contaminação induzida, segurança, diâmetros e nós vamos procurar falar um pouquinho mais sobre isso.

Diâmetro de perfuração, diâmetro de instalação de poço de monitoramento. Isso não é opinião pessoal, é dado científico. **Diâmetro**. Nós costumamos perfurar



poço de monitoramento de 4 polegadas. Não é a prática geral, mas é a prática principal no mercado. Fazer a sondagem em 4 polegadas para instalar poço de monitoramento de 2 polegadas. Com isso sobra um espaço anular de uma polegada para colocar o pré-filtro, para fazer o isolamento. Não tem como desenvolver um poço que tenha apenas uma polegada de espaço anular. Quem disser que consegue, eu o desafio a provar. Não tem como desenvolver. Você não consegue reter as partículas finas da formação apenas com uma polegada de espaço anular de pré-filtro. O *mínimo* para um poço de monitoramento são 2 polegadas. Agora, é prática do nosso mercado não desenvolver o poço de monitoramento.

Para poço de monitoramento o mínimo são duas polegadas. O poço de remediação é diferente, isso vale para poço de monitoramento. Porque o poço de monitoramento, não vai ser bombeado intensamente, não vai ter bombeamento de alta vazão; ele vai ter um desenvolvimento e depois uma amostragem. Nele não vão ser induzidas altas taxas de bombeamento. Quando perfuramos um poço, quando queremos instalar um poço de monitoramento de 2 polegadas, nós temos de furar *no mínimo* com 6 polegadas. Tem o máximo, também. O máximo seriam 8 polegadas. Porque, da mesma forma que você não consegue reter o material fino com o espaço anular pequeno, você também não consegue tirar os fluidos de perfuração – eu falo fluido de perfuração, porque, apesar de não se usar fluido na perfuração, a água que está no meio vai se misturar com a argila da formação, vai formar fluido também, o contaminante também intera neste processo – se esse espaço anular for maior do que 4 polegadas você vai ter dificuldade, não vai conseguir tirar esse material, ele vai ficar dentro do envoltório de pré-filtro. E depois nós temos uma série de conseqüências em decorrência disso. Nós vamos procurar abordar esses aspectos e evoluir nesse conhecimento. Bem, então esse é o ponto fundamental do diâmetro de perfuração e instalação.

Tipos de revestimentos e filtros, penetração no aquífero, limpeza e desenvolvimento. Vamos continuar falando de coisas simples, a prática do nosso mercado – apesar de que hoje nós temos uma norma que diz que o poço de monitoramento tem de ser com PVC Classe 20; a norma que está totalmente ultrapassada. Estamos agora articulando um grupo, a AESAS junto à ABNT, para uma revisão dessa norma. Então você olha na norma é Classe 20, aí algum consultor fala: “Por que usar o Geomecânico se a norma diz que é o Classe 20. Mas temos de usar o Geomecânico. Essa é a prática da maioria das empresas que estão no mercado, embora outras coisas estejam acontecendo. Tem gente que às vezes usa o revestimento Geomecânico só na parte superior. Eles botam pescoço, um metro de revestimento Geomecânico. Se você pegar o procedimento de que o Rodrigo falou ontem, do estudo confirmatório, o procedimento diz: é a norma ABNT com revestimento Geomecânico, revestimentos e filtros Geomecânicos, tem um adendo. O contratante tem de verificar essas coisas também. Colaborando com o que o José Roberto falou antes, o contratante tem



de estar atento a todas as fases, o que ele está contratando e o que ele está recebendo. Penetração no aquífero: isso é uma discussão. Quando o Rodrigo falou, ontem, e eu já tenho discutido muito com o pessoal da CETESB sobre comprimento de filtro. A norma fala: filtro longo e filtro curto. Agora, o que é filtro longo e o que é filtro curto. A CETESB no momento está falando também em comprimento de filtro. Tem de ter no mínimo 3 metros de filtro. O que representa ter comprimento de filtro? Não é esse o problema. Não é comprimento, isso é conceitual: é penetração. Se você quer colocar 10 metros, 15, o problema é a penetração no aquífero. Você tem de ter o mínimo de penetração para que você consiga desenvolver, purgear e amostrar adequadamente o poço. E aí vem o grande problema quando eu falo na perfuração manual. Quando você usa o trado manual, a dificuldade de penetrar no aquífero é muito grande; em meio arenoso você não penetra. Aí você tem de usar um revestimento e furar por dentro do revestimento. Então começam a vir improvisações. Na maior parte dos casos não se usam revestimentos; mas se você vai usar o revestimento, vai ser o de 4 polegadas, e o diâmetro vai ficar inadequado. Por que o de 4 polegadas? Se você usar o de 6, o peão não vai conseguir tirar, ele é muito pesado. Então essas práticas vêm trazendo limitações. Existe um motivo. Então, é importante o *quanto* se penetra no aquífero e isso que ainda não se tem definido pelo órgão ambiental. E a prática de mercado quando perfurado a trado, penetra meio metro ou menos, ele vai amostrar o meio metro naquele momento, mas pode ser que depois ele volte lá e o poço esteja seco, então ele não pode fazer uma segunda amostragem. O órgão ambiental não quer que o filtro seja longo, ou seja, que a penetração seja muito grande. Ela quer penetração a um certo valor adequado: o mercado precisa padronizar isso, nós precisamos padronizar. Um ponto é esse: se a penetração é pequena, você não consegue desenvolver o poço. Outro ponto é que: se a penetração for muito grande, se a espessura de fluido for muito grande, esse é o grande ponto a que o órgão ambiental se apega, vai haver diluição do contaminante. E isso é verdade, o contaminante vai se diluir. Normalmente, se a gente está falando em NAPL, ele está mais em superfície. Ou então de DNAPL está mais em profundidade, mas a diluição é maior. Nos dois casos ocorre maior diluição. Se o filtro é muito curto, aí quem vai ser prejudicado? É o contratante, porque a concentração do contaminante vai ser maior. Então precisamos definir um valor, qual é esse valor? Esse valor deve ser uma espessura penetrada que permita o adequado desenvolvimento e a amostragem do poço de monitoramento em qualquer fase do ano. Ou seja, que ela incorpore as variações sazonais: são 3 metros, são 4, são 5? Isso varia de área para área. E, é lógico, quando você perfura, você tem de ter em mente qual é a época em que você está perfurando, se o nível está alto, está baixo e você definir uma espessura adequada de penetração que lhe permite amostrar o ano inteiro, que lhe permita ter uma boa interlocução com o órgão ambiental em relação a problemas de diluição ou concentração do contaminante. Até a formulação do próximo *Procedimentos para Estudo Confirmatório* deve sair um valor. E parece que vai



estar, o primeiro valor acordado, até a última reunião, era de 2 metros penetrando no aquífero; 3 metros de filtro, com 2 penetrando no aquífero. Espero que esse seja o primeiro valor para avançarmos para uma normalização. É o assunto que deve ser discutido, vai ser discutido. Está na revisão da norma, nós vamos discutir e procurar definir isso de uma forma mais abrangente, porque a norma é nacional. E definir melhor o que é filtro curto e o que é filtro longo. Porque não é esse o conflito, não é o comprimento de filtro, mas o conceito é penetração no aquífero.

Inclusive ontem ainda, depois da palestra do Rodrigo nós conversamos sobre esse problema conceitual. Temos de melhorar isso. Limpeza e desenvolvimento são fundamentais. O que se faz hoje no mercado? Usa-se um equipamento que não foi desenvolvido para isso e acha-se que se está fazendo a limpeza e o desenvolvimento do poço com o *Bailer*, o Amostrador Descartável. Essa é a prática do mercado, mas não é assim que se desenvolve o poço. O *Bailer* é um instrumento para purgeamento e amostragem, não para limpeza e desenvolvimento. Para limpeza e desenvolvimento nós precisamos ter ação de pressão e bombeamento. E precisamos usar algum instrumento que permita a retirada dos resíduos de perfuração do espaço anular do poço. Então nós podemos usar bombeamento ***Air Lift*** que é o que melhor se adapta à situação. O ***Air Lift*** é um bombeamento que permite a retirada de água e de sólidos. A maior parte das bombas tem um desgaste muito grande quando na presença de sólidos. Então o bombeamento ***Air Lift*** é o mais adequado para isso. Agora, você precisa ter penetração no aquífero. Se você tiver meio metro de penetração, fica complicado desenvolver o poço com o ***Air Lift***. Complicado por quê? Porque vai demorar. O poço vai secar e precisar ser recuperado muitas vezes. É uma operação trabalhosa. Outro instrumento que se pode usar é o ***Surgeblock***, um pistão que vai promover esforço de pistoneamento com compressão e descompressão dentro do poço, promovendo a movimento dos resíduos de perfuração do envoltório de pré filtro para o interior do poço. Em hidrogeologia, na indústria de água subterrânea, o uso de desenvolvimento é muito intensivo. Não tanto quanto o necessário, porque a qualidade de um poço de abastecimento está diretamente relacionada ao desenvolvimento. São usados o ***Air Lift***, o ***Surgeblock*** – através do que chamamos de pistoneamento do poço – bombeamentos, superbombeamento, uma série de técnicas. Para poço de monitoramento, não temos muita coisa a usar. É o bombeamento ***Air Lift*** e o ***Surgeblock*** acoplado a válvula de pé, porque no mesmo movimento com que você promove o pistoneamento a água com resíduos adentra no interior do poço e a válvula de pé promove a limpeza do fundo do poço, mas é fundamental que se realize o desenvolvimento.

Complementando o que foi dito ontem sobre desenvolvimento. Desenvolvimento não se faz a cada vez que você vai amostrar: desenvolvimento se faz numa única vez e é logo após a perfuração do poço. E quanto mais rápido você fizer, melhor: de preferência na seqüência: você furou, desenvolve. Existe uma prática também



de quando se vai furar um poço de monitoramento, furar vários de uma vez. Então, fura tudo, instala e depois vai desenvolver. Não. É preciso furar e desenvolver. Outra coisa – aqui está de propósito assim (Figura 5) –: temos o poço instalado e o pré-filtro. Não há nada em cima do pré-filtro. Você vai fazer o selo de isolamento, a cimentação, a laje só depois que você tiver desenvolvido o poço. Porque se você fizer o selo, fizer a laje e aí for desenvolver o poço, começa a tirar os resíduos de perfuração por dentro do pré-filtro, o topo do pré-filtro vai baixar e você vai ficar com um vazio. Pode ser um caminho preferencial para contaminação, para desmoronamento. Pode acontecer de o pré-filtro vir abaixo do topo do pré-filtro. Então você tem de limpar e desenvolver, completar o pré-filtro e depois fazer o acabamento. E disso eu tenho certeza, estou há trinta anos no mercado; na indústria de poço de abastecimento é feito assim, mas na nossa área não é feito assim. Então, um cuidado que nós devemos ter é o de evoluir e melhorar a nossa ação.

Depois de construir-mos o poço, nós desenvolvemos o poço: está limpo, fazemos a completação, isto é, fazemos o isolamento, colocamos o selo de bentonita, de preferência em pellets, e não a em pó. Após então, fazemos a laje. Defendo a posição colocada pelo Rodrigo: tem-se de esperar pelo menos um dia para amostragem, eu acho que um dia ainda é pouco, devemos esperar mais tempo, para amostrar o poço. Mas tem que esperar 3 dias, 2 dias, eu acho que 3 dias seria um tempo razoável.

Aí nós precisamos purgear. Purgear é um termo largamente usado do nosso meio. É adaptado do original em inglês. Agora o que é purgeamento? É um ponto fundamental. É sinônimo, no nosso mercado, de esgotamento do poço. E principalmente depois que o nosso mercado teve esse incremento, com a necessidade de licenciamento ambiental nos poços de combustível, isso se tornou um pouquinho mais complicado. Porque além do esgotamento agora nós temos também o uso da terminologia "secar o poço". Isso seria exigido pela CETESB segundo muitos, antes de se fazer a amostragem precisa secar o poço.

Não é nada disso, não é esgotar e tampouco secar é apenas purgear. E deve ser realizado de acordo com as características do meio, ele é uma função dessas características. O purgeamento é a eliminação da água estagnada no interior do poço. É preciso tirar aquela água que está no interior do poço. Em nível internacional existe uma discussão. Precisa purgear, não precisa purgear? É uma área polêmica. Mas no nosso mercado, no Brasil, a nossa prática é purgear, retirando de 3 a 5 volumes da água armazenada no interior do poço. E, mais recentemente, e o mais tecnicamente viável, é a amostragem a baixa vazão, que envolve o purgeamento a baixa vazão até o equilíbrio dos parâmetros físico-químicos. Aí nós vamos entrar no campo do que é tecnicamente mais adequado, porém, economicamente mais custoso. Então vamos ficar no meio-termo e respeitar o nosso mercado. Nós temos limitações financeiras no nosso mercado. Nós não podemos esquecer disso. Então eu não vou avançar muito nesse tema.



Baixa vazão é o melhor? É o melhor. Envolve mais custos? Envolve mais custos. Quando nós vamos chegar a fazer só a baixa vazão? Esse é o objetivo a perseguir, nós precisamos perseguir, chegar lá. Agora, falou-se ontem, falou-se hoje: é importante, sim, a baixa vazão no fechamento de um caso, prática em que nós ainda não temos experiência, nem nós consultores, nem vocês como contratante, empresa de consultoria, órgão ambiental, se fecharam muito poucos casos ainda no país, mas é importante. Lembrem-se Purgeamento é a eliminação da água estagnada. Não é secar o poço, não é esgotar o poço. Algumas vezes você vai tirar aquele básico de 3 a 5 volumes, vamos ficar nos 3 volumes, vamos esquecer o 5 que 3 é o número adotado, apesar de a literatura apresentar de 3 a 5, 3 é o adotado. O nível baixa muito, o poço checa a secar, mas *antes* de fazer a amostragem, você precisa saber isso. Você não precisa chegar lá para tirar os 3 volumes e aí constatar que o poço vai esgotar. Se o caso é esse, você vai tirar menos, você não precisa tirar 3 volumes. O que você não pode deixar acontecer é que o rebaixamento dentro do poço seja excessivo, que o poço venha a esgotar, tem que haver um bom senso e a aplicação conceitual adequada. Já tive consultas do seguinte tipo: Olha, a Condutividade Hidráulica aqui é muito alta e eu não consigo esgotar o poço, você não tem algum equipamento de maior vazão para eu esgotar o poço. Não se trata de esgotar, se a Condutividade Hidráulica é alta você vai tirar os 3 volumes sem ocasionar rebaixamento. Se para tirar 1 volume, você tem de rebaixar, vamos fazer isso de forma lenta, evitando que o rebaixamento seja grande, evitando a agitação da água no interior do poço. Então você vai tirar um volume só, o rebaixamento não vai ser grande e você vai justificar isso. O que não pode acontecer, e é prática comum, querer fazer o purgeamento rápido. O purgeamento não é uma operação para ser rápida. Ele é uma operação para permitir a obtenção de amostra de água de boa qualidade, boa amostragem. Então temos de ter em mente que isso vai variar de poço para poço, dentro de um site. E por que vai variar?. Porque o meio geológico e hidrogeológico, não é isotrópico, não é homogêneo, o meio é anisotrópico. A Condutividade Hidráulica varia na horizontal e na vertical, em alguns poços vamos tirar um volume, em outros dois. Vamos fazer com baixa vazão? Ótimo. Então vai estabilizar mais rápido em um, vai demorar um pouco mais no outro. Por que vai acontecer isso?. Porque o meio é diferente.

Vamos falar um pouquinho sobre purgeamento rápido e lento. Eu já disse que é fundamental que o purgeamento seja lento. O equipamento a ser utilizado no purgeamento Deve ser pensado em função do site. Não se pode pensar num equipamento universal para ser aplicado em qualquer site. A geologia varia em termos de superfície, subsuperfície... os sites são diferentes. Cada poço dentro do site tem sua diferenciação. Então qual é o efeito disso? Utilizar o que permite operação lenta, não resta dúvida, para você usar baixa vazão. Então, ele tem de permitir a operação lenta, tem de permitir baixa vazão, tem de permitir pouca agitação dentro do poço. Você não pode agitar, você não pode promover grande rebaixamento, principalmente se você tiver fazendo uma amostragem para



voláteis, eles vão embora. E o consultor, o contratante, não está fazendo o trabalho para eliminar o contaminante na amostragem. É preciso fazer um trabalho adequado. Que permite adequado controle do operador: o que é isso? Não adianta nada eu ter um equipamento sofisticado se eu não tenho operadores capacitados. Então, tenho de saber quem vai para o campo e qual o equipamento que ele pode operar com adequado rigor. O que vai ser melhor? Eu posso ter um técnico, trabalhando adequadamente com um equipamento ou outro. É lógico, ele tem de ver o custo adequado às etapas do projeto, e isso sempre está implícito nos objetivos do projeto. Isso é uma coisa que, para mim, é prioridade. Alguns órgãos ambientais, em alguns Estados americanos, não se preocupam com o equipamento que vai ser utilizado no site para amostragem, para purgeamento. O que você tem de apresentar é que o técnico está qualificado para usar aquele equipamento. É a certificação de quem vai realizar amostragem. Na minha opinião, é o melhor procedimento e eu espero que se consiga atingir isso aqui. São as pessoas qualificadas para o gerenciamento na indústria, para o gerenciamento ambiental, para a execução do trabalho, o gerenciamento dentro das consultorias, e poder sempre fazer o trabalho com rigor adequado, tendo técnicos capacitados para cada atividade. Eu poderia entrar num tema para uma palestra: purgeamento. Discutiríamos os vários equipamentos, os vários procedimentos, mas esse não é o meu objetivo. Só quero colocar aqui uma opinião e tentar abrir um debate sobre esses aspectos conceituais. O que influi no resultado do purgeamento e amostragem? A qualidade do poço de monitoramento. Então muitas vezes se prioriza o equipamento de purgeamento e a amostragem, porque ele vai resolver todos os problemas, e não resolve. Se o poço de monitoramento está mal construído, se está mal desenvolvido, se não tem diâmetros adequados, não vamos conseguir mais resolver os problemas; nem com o equipamento, nem com o operador. Vai ser preciso fazer outro poço, de fato, porque a amostragem vai estar comprometida. A qualidade do técnico que realiza a operação é importante, não resta dúvida. É preciso ter pessoas bem capacitadas para fazerem as operações.

O mercado oferece algumas empresas que promovem essa capacitação, porque a formação nas Universidades não é direcionada para a nossa área. Então, o profissional é formado *dentro da empresa*, e hoje temos alguns cursos de especialização que estão formando técnicos. E a evolução nesse campo tem sido grande. Temos identificado cada dia mais técnicos com formação adequada. Mas essa curva tem de continuar crescendo. Porque, da mesma forma que temos identificado técnicos de formação adequada, temos visto no dia-a-dia a entrada no mercado de muitos técnicos que não têm qualificação. Eles estão migrando de outras áreas da geologia, da hidrogeologia, da geotecnia com uma formação conceitual diferente e querendo aplicar aquela formação que eles têm no mercado, para *facilitar*, sem uma visão de todos os problemas que enfrentamos, sem essa visão conceitual, clara. "Eu já tenho uma formação, eu consigo fazer." Sim, ele consegue, mas não consegue fazer com a qualidade que nós



precisamos. Trata-se de um mercado diferenciado, um mercado multidisciplinar, um mercado que envolve muita responsabilidade de todas as partes. Não temos dúvida disso.

O uso do poço de monitoramento: é fundamental, ele é utilizado como instrumento para o reconhecimento do site, realização de testes, coleta de amostras de solo e água e monitoramento. Esse é o objetivo de poço de monitoramento. Os poços de monitoramento quando instalados para o estudo confirmatório; eles promovem a evolução nos conhecimentos. O modelo conceitual não é mais aquele definido no início do projeto, é outro, ele evoluiu. Porque agora podemos formular modelo conceitual melhor, mais elaborado, eu tenho conhecimento real e eu não estou mais raciocinando o que aconteceu em superfície e o que nós temos em subsuperfície. Agora eu sei. Se eu vou passar para um estudo de detalhe, eu preciso de outro poço de monitoramento. Sim, na maioria dos casos eu preciso. Porque eu vou ter que fazer o poço de monitoramento adequado aos novos conhecimentos que eu tenho, para então poder detalhar e me aprofundar neste conhecimento. E eu vou precisar fazer poço multinível para detalhar o conhecimento, nós não temos apenas que definir a pluma de contaminação, não é isso. Nós temos de conhecer geologia, hidrogeologia do site, as interferências para poder resolver o problema. A remediação não é apenas aplicação de técnica. Remediação é interação de conhecimentos para resolver o problema, e é isso que nós precisamos. Então, instalamos o poço de monitoramento para o estudo confirmatório. Ele pode ser usado no estudo de detalhe? Pode. Ou vamos ter de instalá-lo mais adequadamente. Sobre alguns nós vamos concluir: esse não vai dar para usar, nós vamos ter de substituir. Agora, o pior de tudo é que depois de instalarmos o poço de monitoramento fora daquilo que conceitualmente é mais adequado, nós ainda usamos aquele poço de monitoramento para fazer a remediação. Isso é prática do mercado. E aí mais uma vez nós erramos, porque o critério construtivo foi outro; ele foi feito para monitoramento e não para remediação. Então a penetração no aquífero é diferente quando eu vou fazer a remediação e quando eu vou fazer amostragem. Perda de carga. Ouve-se muito: eu estou bombeando, mas o contaminante não está saindo, a fase livre não sai. Por quê?. Porque existe uma perda de carga dentro do poço. E a perda de carga dentro do poço de monitoramento vai ser grande, porque ele não foi feito para bombear, ele foi feito para monitorar. E o que é perda de carga? Perda de carga significa o seguinte: o rebaixamento dentro do poço é maior que o rebaixamento no aquífero. Essa diferença é a perda de carga. Você está bombeando, rebaixou dentro do poço e a sua fase livre não entra mais dentro do poço, só entra água pela parte de baixo. A adequação de diâmetros é diferente. Então é comum: você instala um poço de monitoramento de 2 polegadas e vai fazer a remediação: olha, no poço de monitoramento de 4 polegadas você pode usar equipamentos mais baratos do que no poço de remediação de 2. E você pode controlar melhor, você pode monitorar adequadamente. Senão, você coloca a bomba lá dentro do



**HIDROSUPRIMENTOS INDUSTRIA, COMÉRCIO, IMPORTAÇÃO E
EXPORTAÇÃO DE EQUIPAMENTOS DE HIDROGEOLOGIA LTDA.**

Equipamentos para Hidrogeologia, Engenharia Ambiental, Amostragem e Remediação

poço e acabou, você não faz mais nada, não tem espaço. Você tem problema para fazer monitoramento de fase livre, para fazer monitoramento de nível de água. Então você tem de tirar todo dia a bomba. Você tira a bomba, deu fase livre. Põe a bomba, tem grande perda de carga. Então nós vamos ter custo de equipamento, espaço útil para a operação e o nosso objetivo de remediação não é atingido.

Eu agradeço a paciência de vocês e espero que a gente consiga debater alguma coisa a respeito. Muita do que eu disse é opinião pessoal e espero a colaboração de vocês sobre ela.