



Curso Teórico Avançado: Excelência na Amostragem de Água Subterrânea

*Conforme ABNT NBR 15847, NIT-DICLA-057
e DD-038/2017/C da CETESB*





Sumário

Módulo 1: O Ecossistema Normativo da Amostragem de Qualidade	5
1.1: Apresentação.....	5
1.2: ABNT NBR 15847 - O Manual Técnico.....	5
1.3: INMETRO NIT-DICLA-057 - O Padrão de Qualidade.....	5
1.4: CETESB DD-038/2017/C - A Regra Regulatória	5
1.5: O Conceito de Qualidade e Representatividade da Amostragem	5
1.6: Qualidade e Representatividade: A Missão da Amostragem	5
Módulo 2: Preparação e Planejamento da Campanha de Campo	6
2.1: O Checklist de Pré-Mobilização: O Sucesso Começa Antes de Sair da Base.....	6
2.2: Verificação Logística e Documental	6
2.3: Verificação de Equipamentos e Calibração.....	6
2.4: Verificação de Materiais de Coleta e Suprimentos	6
Módulo 3: Fundamentos da Purga e Estabilização de Parâmetros.....	7
3.1: A Importância da Purga e o Glossário Técnico	7
3.2: A Importância da Purga - Por que não podemos simplesmente coletar a água que está no poço?	7
3.3: Glossário Técnico - A Linguagem da Amostragem.....	7
3.4.1: Purga	7
3.4.2: Parâmetros Indicadores	7
3.4.5: Estabilização	7
3.4.6: Célula de Fluxo	8
3.4.7: Rebaixamento.....	8
3.4.8 Obturador (Packer)	8
3.5: Os Parâmetros Indicadores Oficiais da ABNT	8
3.6: O Papel da Turbidez: Norma ABNT vs. Melhor Prática	8
Módulo 4: Métodos de Amostragem em Profundidade	9
4.1: O Princípio Universal: Controle do Rebaixamento.....	9
4.1.1: O Objetivo: Amostrar de Forma "Suave"	9
4.1.2: Por que o Rebaixamento Excessivo é Prejudicial?	9
4.1.3: Altera o Fluxo Natural	9
4.1.4: Aumenta a Turbidez	9
4.1.5: Causa Aeração e Alterações Químicas (Efeito Cascata)	9
4.1.6: A "Regra de Ouro": Os Critérios Numéricos da Norma.....	10
4.1.7: Método de Purga de Baixa Vazão: O Padrão Ouro da Qualidade	10
4.1.8: Por que Reduzir a Vazão de Coleta?	10





4.1.9: Como Registrar Corretamente a Informação?	11
4.2: Método de Purga de Volume Determinado: Aplicação Criteriosa.....	11
4.2.1: O procedimento funciona da seguinte forma	11
4.2.2: A Principal Limitação	12
4.2.3: Nesse caso, poderia utilizar um bailer?	12
4.2.4: Como seria o procedimento na prática	12
4.3: Cenários Especiais: Poços de Baixa Capacidade e Amostragem Passiva	12
4.3.1: O que é um Poço de Baixa Capacidade Hidráulica?	12
4.3.2: A Filosofia da Purga Mínima	13
4.3.3: O Procedimento Detalhado da Purga Mínima	13
4.3.4: Considerações Adicionais Importantes	13
Módulo 5: Garantia e Controle de Qualidade (QA/QC)	14
5.1: O Sistema de Qualidade e Amostras de Controle	14
5.1.2: Branco de Viagem (Trip Blank)	14
5.1.3: Branco de Campo (Field Blank).....	14
5.1.4: Branco de Equipamento (Equipment Blank)	15
5.1.5: Duplicata de Amostra.....	15
5.2: Preservação Correta e Imediata das Amostras	15
5.2.1 O Princípio da Imediaticidade: Por que a pressa?.....	15
5.2.2: As principais alterações que a preservação visa combater são	15
5.2.3: Preservação Física (Refrigeração)	16
5.2.4: Preservação Química (Adição de Conservantes).....	16
5.2.5: Procedimentos Específicos de Manuseio Durante a Coleta.....	16
5.2.6: O Conceito de "Tempo Máximo de Armazenagem" (Holding Time)	16
Módulo 6: Rastreabilidade e Documentação da Amostra	17
6.1: A Cadeia de Custódia - O Documento de Identidade Legal da Amostra.....	17
6.1.2: Qual é o Objetivo Fundamental da Cadeia de Custódia?.....	17
6.1.3: Os Componentes Essenciais de um Formulário de Cadeia de Custódia	17
6.1.4: Como Funciona a Transferência de Custódia na Prática?.....	18
Módulo 7: Rastreabilidade e Documentação de Campo.....	18
7.1: O Relatório de Amostragem: A Prova da Qualidade e Conformidade.....	18
7.1.1: Identificação e Contexto do Trabalho	18
7.1.2: Caracterização do Poço de Monitoramento (Condição Pré-Amostragem).....	19
7.1.3: Medições de Referência	19
7.1.4: Detalhamento do Procedimento de Purga e Coleta.....	19
7.1.5: Registros de Controle de Qualidade e Rastreabilidade	19
8.0: Fluxograma do Processo de Amostragem de Água Subterrânea	20





Fase 1: Preparação (Na Base, Antes de Sair Para o Campo).....	20
Fase 1: Chegada e Verificação no Campo.....	21
Fase 3: Purga e Estabilização (Método de Baixa Vazão)	21
Fase 4: Coleta e Preservação	22
Fase 5: Finalização e Desmobilização.....	22
9: Equipamentos utilizados na amostragem de baixa vazão	23
9.1: Check list para baixa vazão	23
10: Conhecendo o poço de Monitoramento.....	24
10.1: Resumo Técnico da Estrutura do Poço.....	24
10.2: Acabamento de Superfície	24
10.3: Coluna de Vedação (Selo Sanitário).....	25
10.4: Estrutura do Poço	25
10.5: Zona de Filtração	25
10.6: Relação com a Amostragem de Baixa Vazão (Low-Flow)	25
10.7: Importância do Poço bem Construído	25
11: Conclusão, O Início da sua Jornada como Especialista	26
11.1: Seus Próximos Passos, O Diferencial do Profissional de Sucesso	26



Módulo 1: O Ecossistema Normativo da Amostragem de Qualidade

1.1: Apresentação

Bem-vindo ao curso avançado sobre Métodos de Amostragem de Água Subterrânea. A Saito Ambiental, com sua experiência em amostragem e análises técnicas, entende que a qualidade de um laudo laboratorial começa no momento da coleta. Uma amostragem de alta qualidade e defensável não se baseia em uma única regra, mas sim em um tripé normativo que une a técnica, a qualidade e a regulação.

Este curso foi desenvolvido para ser um guia completo, integrando os três pilares fundamentais da amostragem no Brasil, especialmente no estado de São Paulo:

1.2: ABNT NBR 15847 - O Manual Técnico

Esta é a norma que nos ensina o "como fazer". Ela estabelece os métodos e procedimentos técnicos para a purga de poços de monitoramento, com o objetivo de assegurar que a água coletada seja representativa da formação aquífera. Ela detalha as técnicas, como a purga de baixa vazão e a de volume determinado, sendo a nossa base para a execução correta do trabalho em campo.

1.3: INMETRO NIT-DICLA-057 - O Padrão de Qualidade

Esta norma eleva a amostragem ao status de um "ensaio" formal, sob a ótica da acreditação de laboratórios. Ela responde à pergunta "como garantir a validade e a rastreabilidade do processo?". A NIT-DICLA-057 exige que a amostragem siga um sistema de qualidade rigoroso, com procedimentos documentados, equipamentos calibrados e controles que garantem a integridade da amostra desde o poço até a bancada do laboratório.

1.4: CETESB DD-038/2017/C - A Regra Regulatória

Este documento da agência ambiental de São Paulo estabelece o "o que o órgão fiscalizador exige". É a regra do jogo para o gerenciamento de áreas contaminadas. A DD-038 define os critérios de aceitação para os relatórios e, crucialmente, estabelece a frequência mínima para a coleta das amostras de controle de qualidade (QA/QC), como brancos e duplicatas. Segui-la é fundamental para que o trabalho tenha validade legal e seja aprovado pela CETESB.

Ao unir o conhecimento técnico da ABNT, o rigor de qualidade do INMETRO e as exigências regulatórias da CETESB, este curso garantirá que cada amostra que você coletar seja representativa, defensável e de máxima qualidade.

1.5: O Conceito de Qualidade e Representatividade da Amostragem

1.6: Qualidade e Representatividade: A Missão da Amostragem

O objetivo de todo o processo de amostragem de água subterrânea é obter uma amostra representativa. Conforme a ABNT NBR 15847, isso significa coletar uma amostra que "reflita com a menor incerteza possível a química da água subterrânea". Em outras palavras, a água dentro do frasco deve ter as mesmas características da água que flui lentamente dentro da formação geológica.

O grande obstáculo para atingir esse objetivo é o próprio poço de monitoramento. O poço é uma estrutura artificial que cria um ambiente onde a água fica parada, ou "estagnada", e deixa de estar sujeita ao fluxo natural do aquífero. Essa água estagnada não é representativa e, por isso, precisa ser removida através da purga.



Módulo 2: Preparação e Planejamento da Campanha de Campo

2.1: O Checklist de Pré-Mobilização: O Sucesso Começa Antes de Sair da Base

Um planejamento meticuloso é a primeira etapa para uma amostragem de qualidade. Conforme o artigo de Miliorini & Ishimine, a obtenção prévia de informações contribui para a diminuição do risco de erros durante a execução dos trabalhos.

2.2: Verificação Logística e Documental

Documentos de Campo: Antes de sair, o técnico deve confirmar que está com toda a documentação necessária, como plantas, protocolos e objetivos do programa de amostragem, além de fichas de campo e a Cadeia de Custódia.

Informações do Local: É fundamental verificar a acessibilidade aos poços, o endereço da coleta e confirmar o nome e contato do responsável que receberá a equipe no local. Permissões de trabalho especiais devem ser obtidas com antecedência.

2.3: Verificação de Equipamentos e Calibração

Calibração: A norma ABNT NBR 15847 exige que todos os instrumentos usados durante a purga sejam calibrados e que a calibração seja documentada. O técnico deve verificar os certificados e a validade da calibração dos medidores portáteis.

Teste de Funcionamento: Todos os equipamentos, como bombas e medidores, devem ser ligados e testados na base para assegurar seu pleno funcionamento.

Baterias e Energia: O técnico deve checar a carga das baterias de todos os equipamentos e, de forma preventiva, levar sempre pilhas e/ou baterias reserva.

2.4: Verificação de Materiais de Coleta e Suprimentos

Checklist de Materiais: É obrigatória a realização de uma checagem completa de todos os materiais. A lista deve incluir:

Frascos de amostragem (tipo e número corretos).

Preservantes químicos necessários.

Equipamentos de Proteção Individual (EPIs).

Bombas, bailers, mangueiras descartáveis.

Caixas térmicas (coolers) e gelo reutilizável.

Ferramentas manuais e materiais para esterilização.

Quantidade Suficiente: Verificar se a quantidade de cada item é suficiente para todos os pontos e para as amostras de controle de qualidade planejadas.



Módulo 3: Fundamentos da Purga e Estabilização de Parâmetros

3.1: A Importância da Purga e o Glossário Técnico

3.2: A Importância da Purga - Por que não podemos simplesmente coletar a água que está no poço?

A pergunta fundamental que define a necessidade da purga é: a água que encontramos parada dentro de um poço de monitoramento é igual à água que flui no aquífero? A resposta, segundo a ABNT NBR 15847, é um claro não.

O poço é uma estrutura artificial que cria um ambiente onde a água fica estagnada, ou seja, ela não está mais sujeita ao fluxo natural e contínuo da água subterrânea. Essa água estagnada, por sua vez, não pode ser considerada representativa da qualidade da água do aquífero local.

Como vimos no módulo anterior, essa água sofre uma série de alterações químicas e físicas devido à sua interação com o ambiente do poço. Por este motivo, poços usados em investigações de qualidade de água subterrânea ou em programas de monitoramento são geralmente purgados antes de se proceder à amostragem.

O objetivo final da purga é direto e fundamental: assegurar que a água estagnada seja substituída pela da formação. A purga é feita com o objetivo de garantir que a água coletada para análise seja de fato representativa da formação, refletindo com a menor incerteza possível a química real da água subterrânea.

3.3: Glossário Técnico - A Linguagem da Amostragem

Para executar e compreender os métodos de amostragem, é crucial dominar a terminologia técnica. Os termos a seguir são definidos pela ABNT NBR 15847 e serão usados constantemente ao longo do curso.

3.4.1: Purga

Definição Formal: Prática de se remover água existente no interior de um poço de monitoramento, com o objetivo de obter água representativa da formação.

Em Prática: É o ato de "limpar" o poço, bombeando para fora a água parada e alterada antes de realizar a coleta da amostra válida.

3.4.2: Parâmetros Indicadores

Definição Formal: Propriedades físicas e/ou químicas da água subterrânea, medidas durante a purga, com o objetivo de avaliar o momento mais adequado para a coleta das amostras.

Em Prática: São os "sinais vitais" da água (como pH, Condutividade Elétrica, Oxigênio Dissolvido, Potencial de Oxirredução e Temperatura) que nos informam quando a água da formação chegou ao ponto de coleta.

3.4.5: Estabilização

Definição Formal: Faixa de variação aceitável para os parâmetros indicadores monitorados durante a purga ao longo de uma série de leituras consecutivas.

Em Prática: É o momento em que os "sinais vitais" da água param de variar significativamente, indicando que a purga foi bem-sucedida e a amostragem pode começar.





3.4.6: Célula de Fluxo

Definição Formal: Recipiente hermético que permite que a água purgada fluia por sensores para a medição contínua dos parâmetros indicadores, sem que haja contato da água com o ambiente externo.

Em Prática: É uma "câmara de leitura" conectada à mangueira da bomba. Ela impede que o contato com o ar interfira nas medições dos parâmetros, garantindo leituras precisas.

3.4.7: Rebaixamento

Definição Conceitual: Embora não esteja no glossário formal, o rebaixamento é a diminuição do nível da água dentro do poço durante o bombeamento.

Em Prática: É a "queda" do nível da água causada pela purga. Conforme a Seção 6 da NBR 15847, o controle do rebaixamento é essencial para evitar alterações no fluxo natural e na qualidade da amostra.

3.4: 8 Obturador (Packer)

Definição Formal: Equipamento inflável ou dilatável usado para o isolamento físico de uma ou mais zonas no interior de um poço.

Em Prática: É como um "balão" ou "tampão" que pode ser inflado dentro do poço para isolar uma seção específica (um determinado intervalo do filtro), permitindo a amostragem de zonas de interesse particulares.

3.5: Os Parâmetros Indicadores Oficiais da ABNT

A medição dos parâmetros de campo é um requisito fundamental. A coleta da amostra só pode ser iniciada após a estabilização destes parâmetros, que são:

Condutividade Elétrica (CE): Critério de Estabilização de $\pm 5,0\%$.

Oxigênio Dissolvido (OD): Critério de Estabilização de $\pm 10\%$ ou $\pm 0,2 \text{ mg/L}$, o que for maior.

pH (Potencial Hidrogeniônico): Critério de Estabilização de $\pm 0,2$ unidade.

Temperatura: Critério de Estabilização de $\pm 0,5^\circ\text{C}$.

Potencial de Oxirredução (ORP): Critério de Estabilização de $\pm 20 \text{ mV}$.

3.6: O Papel da Turbidez: Norma ABNT vs. Melhor Prática

A Posição da Norma ABNT: A NBR 15847:2010 não inclui a turbidez como parâmetro obrigatório de estabilização. Contudo, a norma reconhece sua importância ao afirmar que o método de baixa vazão possibilita a coleta de amostras com turbidez reduzida.

A Visão da Prática de Campo: O artigo de Miliorini & Ishimine inclui a turbidez como um dos parâmetros a serem monitorados, sugerindo um critério de $\pm 10\%$ de variação.

Recomendação de Melhor Prática:

Cumpra a Norma (Obrigatório): Monitore e registre a estabilização dos cinco parâmetros oficiais da ABNT.



Use a Turbidez como Controle de Qualidade (Recomendado): Monitore a turbidez em paralelo. Um valor baixo e estável é um indicador de alta qualidade do procedimento de amostragem, especialmente importante para a análise de metais.

Módulo 4: Métodos de Amostragem em Profundidade

4.1: O Princípio Universal: Controle do Rebaixamento

4.1.1: O Objetivo: Amostrar de Forma "Suave"

O objetivo de uma amostragem de alta qualidade é coletar uma amostra que represente as condições naturais do aquífero. Para isso, o processo de coleta deve ser o menos invasivo e perturbador possível. O bombeamento de um poço é uma ação artificial que interfere no fluxo natural da água subterrânea. O controle do rebaixamento é a ferramenta que temos para minimizar essa interferência. Conforme a ABNT NBR 15847, "o rebaixamento do nível da água do poço durante a purga deve ser minimizado".

4.1.2: Por que o Rebaixamento Excessivo é Prejudicial?

Um rebaixamento excessivo, ou seja, uma queda brusca do nível da água dentro do poço, causa uma série de problemas em cascata que podem invalidar a amostra, conforme detalhado na Seção 6 da NBR 15847:

4.1.3: Altera o Fluxo Natural

Um bombeamento agressivo cria um "cone de rebaixamento" acentuado, agindo como um aspirador de pó. Isso pode puxar água de zonas distantes ou de diferentes profundidades que não são representativas do ponto de monitoramento, podendo até alterar localmente a direção de fluxo da pluma de contaminação.

4.1.4: Aumenta a Turbidez

A alta velocidade de bombeamento aumenta a velocidade com que a água entra no poço. Esse fluxo acelerado pode arrastar partículas finas do aquífero (silte e argila) para dentro da amostra, aumentando artificialmente a sua turbidez. Isso interfere diretamente na análise, principalmente de metais.

4.1.5: Causa Aeração e Alterações Químicas (Efeito Cascata)

Quando o nível da água baixa para dentro da seção filtrante do poço, a água que entra pelas ranhuras superiores cai em "cascata" até o nível bombeado. Essa turbulência e agitação causam:

Perda de Gases Dissolvidos: Compostos voláteis (VOCs) e gases como o CO₂ escapam da amostra, alterando sua composição.

Alteração do Estado de Oxirredução: O contato com o oxigênio do ar altera o potencial de oxirredução (ORP) da amostra, o que pode causar a precipitação de metais dissolvidos e não representar a condição anóxica (com pouco oxigênio) do aquífero.

Aprisionamento de Ar no Pré-Filtro: O rebaixamento excessivo pode secar o pré-filtro ao redor do poço, aprisionando ar. Esse ar pode ficar retido por um longo período, alterando a química da água nas amostragens futuras.





Por essas razões, a norma é categórica: "Em nenhuma circunstância recomenda-se que os poços de monitoramento sejam purgados até o seu completo secamento".

4.1.6: A "Regra de Ouro": Os Critérios Numéricos da Norma

Para evitar esses problemas, a NBR 15847 estabelece limites quantitativos para o rebaixamento, que devem ser rigorosamente seguidos:

Cenário 1: Poços com o nível d'água DENTRO da seção filtrante (Seção Filtrante Plena)

A estabilização do rebaixamento deve ocorrer no máximo a 25 cm abaixo do nível estático inicial.

Cenário 2: Poços com o nível d'água ACIMA da seção filtrante (Filtro Afogado)

A opção preferencial é que o nível da água se estabilize ainda acima do topo do tubo-filtro, para evitar totalmente o efeito cascata.

Caso isso não seja possível, a estabilização deve ocorrer no máximo a 25 cm abaixo do TOPO DO TUBO-FILTRO.

Na prática, isso significa que o técnico deve medir o nível da água continuamente com uma sonda enquanto ajusta a vazão da bomba. O objetivo é encontrar uma vazão baixa o suficiente para que o nível da água pare de descer e se estabilize dentro desses limites rigorosos. Este é o coração da técnica de amostragem por baixa vazão.

4.1.7: Método de Purga de Baixa Vazão: O Padrão Ouro da Qualidade

Este método se baseia na estabilização dos parâmetros indicadores. A purga é realizada com taxas de bombeamento reduzidas (entre 0,05 L/min e 1,0 L/min). A vazão de preenchimento dos frascos nunca deve ser superior a 250 mL/min para orgânicos e 500 mL/min para inorgânicos.

4.1.8: Por que Reduzir a Vazão de Coleta?

Na seção 7.2.1 da norma ABNT NBR 15847, dentro da NOTA, está a seguinte instrução:

A vazão de preenchimento dos frascos de coleta deve ser menor ou igual à vazão de purga e nunca superior a 250mL/min para substâncias orgânicas e 500mL/min para inorgânicas.

Exemplo:

Você estabilizou com uma vazão de purga de 1 L/min (que é igual a 1000 mL/min).

A norma estabelece um teto máximo de 250 mL/min para a coleta de orgânicos.

Portanto, mesmo que sua vazão de purga tenha sido de 1000 mL/min, no momento de encher os frascos para análise de compostos orgânicos, você é obrigado pela norma a reduzir a vazão da bomba para 250 mL/min ou um valor inferior.

Conformidade com a Norma: A ABNT NBR 15847 é clara na sua exigência: a vazão de coleta para orgânicos não deve ser superior a 250 mL/min. Para que a sua amostragem seja considerada 100% em conformidade com a norma, você precisa ser capaz de provar que seguiu *todas* as suas exigências, incluindo está. Um passo não documentado é um passo que, para fins de auditoria, não foi executado.





Rastreabilidade e Defensabilidade (Princípio da NIT-DICLA-057): Em um contexto de acreditação e validação de dados, a rastreabilidade é fundamental. Se um resultado de orgânicos for questionado, o registro da vazão de coleta é a sua prova de que o procedimento foi executado corretamente para minimizar a perda de voláteis. Sem essa anotação, a validade daquela amostra específica pode ser posta em dúvida.

Boas Práticas de Campo: O artigo de Miliorini & Ishimine enfatiza que "Todas as informações devem ser anotadas em formulários com o máximo de clareza". A alteração de um parâmetro operacional tão importante como a vazão é, sem dúvida, uma informação que deve ser registrada.

4.1.9: Como Registrar Corretamente a Informação?

Como o seu formulário provavelmente não tem um campo dedicado, a recomendação técnica é utilizar o campo de "Observações", "Notas" ou "Comentários" do seu boletim de amostragem.

Esta simples anotação já é suficiente para garantir a conformidade e a rastreabilidade.

Exemplos de como anotar no campo "Observações":

Exemplo 1 (Simples e Direto)

Vazão de purga na estabilização: 1,0 L/min. Vazão de coleta para frascos de orgânicos reduzida para 250 mL/min, conforme ABNT NBR 15847.

Exemplo 2 (Mais Detalhado):

Após estabilização com vazão de 800 mL/min, a coleta foi realizada da seguinte forma: Amostras para análise de compostos orgânicos (VOC/SVOC) coletadas com vazão ajustada para 200 mL/min. Demais amostras (metais/íons) coletadas com vazão de 500 mL/min.

Ao fazer este pequeno registro, você eleva a qualidade da sua documentação de campo, garante total conformidade com a norma e torna seus dados muito mais robustos e defensáveis contra qualquer questionamento técnico.

4.2: Método de Purga de Volume Determinado: Aplicação Criteriosa

O "Método de Purga de Volume Determinado" é uma abordagem mais antiga e prescritiva para a amostragem. A ideia central é seguir uma "receita" em vez de monitorar o desempenho em tempo real.

4.2.1: O procedimento funciona da seguinte forma

Cálculo do Volume do Poço: Primeiro, o técnico mede a profundidade do poço e o nível da água para determinar a altura da coluna d'água. Usando o diâmetro do poço, ele calcula o volume total de água parada dentro do revestimento ($\text{Volume} = \pi \times (\text{raio do poço})^2 \times (\text{altura da coluna d'água})$).

Definição do Volume de Purga: Com base em um critério predefinido no Plano de Amostragem, define-se um multiplicador para o volume do poço. Historicamente, as primeiras pesquisas indicavam a necessidade de remover de 3 a 5 vezes o volume de água do poço para garantir a renovação. O artigo de Miliorini & Ishimine também menciona a recomendação de "retirada de um volume três vezes superior ao que é encontrado no poço".

Execução da Purga: O técnico remove o volume total calculado do poço (por exemplo, se o poço tem 10 litros de água e o critério é 3x, ele removerá 30 litros).





Coleta da Amostra: Após a remoção do volume determinado, presume-se que a água restante seja representativa da formação, e a amostra é coletada.

4.2.2: A Principal Limitação

A grande desvantagem deste método, como a NBR 15847 aponta, é que ele "não leva em consideração as características da água produzida para verificação da finalização da purga". Ou seja, você opera "às cegas". Não há uma confirmação em tempo real (como a estabilização de pH, condutividade ou oxigênio dissolvido) de que a água da formação foi de fato alcançada. Você apenas assume que a remoção do volume foi suficiente. Por isso, hoje é considerado um método com menor confiabilidade em comparação com a purga de baixa vazão.

4.2.3: Nesse caso, poderia utilizar um bailer?

Sim, com certeza. O bailer não apenas pode ser utilizado, como é a ferramenta mais clássica e comumente associada a este método de amostragem, principalmente por seu baixo custo.

Veja o que as fontes dizem:

A NBR 15847 afirma que o método de purga de volume determinado "pode ser usado com praticamente todos tipos de bombas ou equipamentos de amostragem por captura". Um bailer é o exemplo perfeito de um equipamento de captura, que retira um volume de água a cada inserção e remoção.

O artigo de Miliorini & Ishimine tem uma seção inteira (3.2) dedicada à "Amostragem Através de Bailers". Nesse trecho, fica claro que o uso do bailer para amostragem está diretamente ligado à necessidade de uma purga prévia, afirmando que "este procedimento exige a realização desta etapa [de purga].

4.2.4: Como seria o procedimento na prática

O técnico usaria o bailer repetidamente, descartando a água e somando o volume retirado a cada vez, até atingir o volume de purga total calculado (ex: os 30 litros do exemplo anterior). Após a purga ser completada, o próximo bailer de água retirado seria usado para encher os frascos de amostragem, inserindo-o lentamente para evitar turbulência.

4.3: Cenários Especiais: Poços de Baixa Capacidade e Amostragem Passiva

Vamos detalhar o método de Purga Mínima para poços de baixa capacidade, explicando o porquê da sua existência e como o procedimento é realizado, com base na norma ABNT NBR 15847.

4.3.1: O que é um Poço de Baixa Capacidade Hidráulica?

Primeiro, é crucial entender o cenário. Um poço de baixa capacidade hidráulica é aquele que, mesmo quando bombeado a uma vazão muito baixa, como 50 mL/min, continua apresentando um rebaixamento contínuo do nível da água. Tentar aplicar uma purga convencional (seja por volume ou baixa vazão) nestes poços causa uma série de problemas que invalidam a amostra:

Aumento do tempo de contato com o ar: O poço seca e a água que entra lentamente fica muito exposta às condições atmosféricas, o que causa perda de substâncias voláteis e alterações nas condições químicas.

Aumento da turbidez: O gradiente hidráulico forçado aumenta a velocidade do fluxo, o que pode arrastar partículas finas para dentro do poço, gerando uma turbidez artificial na água.

Retenção de ar no pré-filtro: O pré-filtro ao redor do poço seca e aprisiona ar, criando uma zona reativa que altera a química da água que volta a entrar no poço.





4.3.2: A Filosofia da Purga Mínima

Dante desses problemas, a Purga Mínima abandona o objetivo de trocar completamente a água do poço. Em vez disso, o objetivo passa a ser "a remoção do menor volume de água possível do poço necessário para a análise química, sem a realização completa da purga".

A lógica por trás disso é a seguinte:

A água mais representativa, nessas condições, é a que está contida dentro da seção do tubo-filtro.

A técnica busca coletar essa água específica, perturbando o mínimo possível o poço para evitar os problemas de aeração e turbidez.

4.3.3: O Procedimento Detalhado da Purga Mínima

Para aplicar este método, o técnico deve seguir estes passos, conforme a ABNT NBR 15847:

Posicionamento do Equipamento: Preferencialmente, deve-se utilizar bombas dedicadas. A bomba deve ser posicionada no interior do poço com antecedência para permitir que a água se renove naturalmente ao seu redor. O ponto de captação deve ser posicionado acima da base do tubo-filtro para evitar a suspensão de qualquer sedimento que possa existir no fundo do poço.

Ajuste da Vazão de Coleta: A vazão de bombeamento deve ser extremamente baixa, com a norma estipulando que a vazão de coleta deve ser menor ou igual a 100 mL/min.

"Purga" do Equipamento: A única "purga" realizada é a do volume de água contido no próprio equipamento e na tubulação de descarga. Assim que este pequeno volume é descartado, a coleta da amostra é iniciada imediatamente.

Coleta e Paralisação: A coleta é feita de forma lenta e contínua. Assim que o volume de água necessário para os frascos de análise é atingido, o bombeamento deve ser imediatamente paralisado. Isso é crucial para evitar o rebaixamento excessivo e o secamento do poço.

4.3.4: Considerações Adicionais Importantes

O técnico responsável deve registrar em seu relatório a impossibilidade de utilizar os métodos convencionais, justificando a aplicação da purga mínima.

É recomendável que, ao planejar uma amostragem em um poço de baixa capacidade, seja minimizado o volume de amostra necessário para as análises químicas.

Amostragem Passiva: É a coleta de amostra sem a realização de purga. O equipamento fica no poço por um tempo que permita o equilíbrio natural com a água da formação.





Módulo 5: Garantia e Controle de Qualidade (QA/QC)

5.1: O Sistema de Qualidade e Amostras de Controle

Um Sistema de Qualidade robusto é o que garante a defensabilidade dos dados de uma amostragem. Não basta apenas executar o procedimento de coleta corretamente; é preciso provar, por meio de amostras de controle, que não houve introdução de contaminação em nenhuma etapa do processo. Órgãos como a CETESB, através da Decisão de Diretoria (DD) nº 038/2017/C, e organismos de acreditação como o INMETRO através da ABNT NBR ISO/IEC 17025:2017 e da NIT-DICLA-057, exigem a coleta desses controles com frequência mínima para aceitar os resultados como válidos.

A seguir, detalhamos cada amostra de controle, seu objetivo, procedimento e os critérios de frequência exigidos pela CETESB.

5.1.2: Branco de Viagem (Trip Blank)

Objetivo: Verificar a ocorrência de contaminação cruzada durante o transporte e armazenamento dos frascos. Ele é projetado para detectar contaminações por compostos voláteis que podem permear as tampas dos frascos ou estar presentes no ar da caixa térmica.

Procedimento: O laboratório prepara um frasco (geralmente para análise de VOCs) com água reagente pura. Este frasco é enviado para a equipe de campo, permanece lacrado durante toda a amostragem e retorna ao laboratório com as amostras coletadas, sem nunca ter sido aberto em campo.

Frequência Mínima (Conforme DD-038/2017/C da CETESB): Deve ser coletado no mínimo um por caixa térmica que contenha amostras destinadas à análise de compostos orgânicos voláteis (VOCs).

Interpretação: A detecção de contaminantes neste branco aponta para um problema sistêmico (contaminação nos frascos, na caixa, no veículo ou no laboratório) que pode ter afetado todas as amostras do lote.

5.1.3: Branco de Campo (Field Blank)

Objetivo: Avaliar se o ambiente no local da amostragem está introduzindo contaminação no momento em que os frascos são abertos para a coleta.

Procedimento: No ponto de amostragem, o técnico despeja água reagente pura em um frasco de amostragem vazio, expondo a amostra às condições atmosféricas locais. Este frasco é manuseado e preservado exatamente como uma amostra do poço.

Frequência Mínima (Conforme DD-038/2017/C da CETESB): Deve ser coletado no mínimo um por dia de trabalho de campo.

Interpretação: Se o Branco de Campo apresentar contaminação e o Branco de Viagem não, a fonte de contaminação está no ambiente do ponto de coleta (ex: poeira, vapores de escapamento).





5.1.4: Branco de Equipamento (Equipment Blank)

Objetivo: Testar diretamente a eficácia do procedimento de descontaminação de equipamentos reutilizáveis, conforme exigido pela ABNT NBR 15847. Ele verifica se há contaminação cruzada sendo levada de um poço para outro.

Procedimento: Após a limpeza completa de um equipamento (bomba, báiler de inox), e antes de usá-lo no próximo poço, o técnico passa sabão extran e água reagente pura pelo equipamento e coleta a água do último enxague nos frascos para análise.

Frequência Mínima (Conforme DD-038/2017/C da CETESB): Deve ser coletado no mínimo um por equipamento reutilizável por dia de amostragem.

Interpretação: A detecção de contaminantes neste branco indica uma falha no procedimento de descontaminação, o que pode invalidar os resultados do poço subsequente.

5.1.5: Duplicata de Amostra

Objetivo: Avaliar a precisão do processo de amostragem e da análise laboratorial. Ela mede a reproduzibilidade dos resultados.

Procedimento: É uma segunda amostra coletada do mesmo poço, coletada ao mesmo tempo, utilizando-se exatamente o mesmo método. Para garantir uma análise "cega", a duplicata recebe uma identificação diferente da amostra original.

Frequência Mínima (Conforme DD-038/2017/C da CETESB): Deve ser coletada em uma frequência de 5% a 10% do número total de amostras investigativas. Na prática, isso significa coletar no mínimo uma duplicata a cada 10 ou 20 amostras de poços.

Interpretação: Resultados próximos entre a amostra original e a duplicata indicam boa precisão. Resultados divergentes podem apontar problemas no procedimento de campo ou na análise laboratorial, exigindo uma investigação.

5.2: Preservação Correta e Imediata das Amostras

5.2.1 O Princípio da Imediaticidade: Por que a pressa?

A preservação da amostra deve ser imediata porque, no instante em que a água é retirada do seu ambiente natural (o aquífero), ela começa a se degradar. Processos químicos, físicos e biológicos são iniciados ou acelerados, alterando as concentrações dos compostos que você deseja analisar. A preservação tem como único objetivo minimizar essas alterações, essencialmente "congelando" a amostra no tempo.

5.2.2: As principais alterações que a preservação visa combater são

Atividade Biológica: Bactérias e outros microrganismos na amostra podem consumir ou alterar os contaminantes orgânicos.

Volatilização: Compostos orgânicos voláteis (VOCs) podem escapar da amostra para o ar.

Precipitação e Adsorção: Metais dissolvidos podem reagir, formar partículas sólidas (precipitar) ou grudar nas paredes do frasco (adsorção), resultando em uma leitura falsamente baixa na análise.





Conforme o artigo de Miliorini & Ishimine, a preservação geralmente envolve dois métodos principais, que muitas vezes são usados em conjunto:

5.2.3: Preservação Física (Refrigeração)

Objetivo: É o método mais comum. Manter a amostra refrigerada (geralmente a 4°C) diminui drasticamente a velocidade das reações químicas e, principalmente, reduz o metabolismo de microrganismos, impedindo a biodegradação dos contaminantes.

Procedimento Prático: Imediatamente após a coleta e o fechamento do frasco, ele deve ser colocado em uma caixa térmica com gelo suficiente para que a temperatura seja mantida baixa até a chegada ao laboratório.

5.2.4: Preservação Química (Adição de Conservantes)

Objetivo: Utiliza substâncias químicas para estabilizar analitos específicos.

Procedimento Prático: O conservante, geralmente fornecido pelo laboratório, pode já estar no frasco ou ser adicionado em campo. Alguns exemplos citados no artigo são:

Metais: A amostra é acidificada com ácido nítrico (HNO_3) até um $\text{pH} < 2$. Isso mantém os metais dissolvidos na água, evitando que eles precipitem ou grudem nas paredes do frasco.

Compostos Orgânicos (TOC, Fenóis): A amostra é acidificada, geralmente com ácido sulfúrico (H_2SO_4) ou clorídrico (HCl) até um $\text{pH} < 2$.

Cianeto: A amostra recebe a adição de hidróxido de sódio (NaOH) para elevar o pH para acima de 12.

5.2.5: Procedimentos Específicos de Manuseio Durante a Coleta

Além da preservação, o manuseio correto durante o preenchimento do frasco é crucial:

Para Compostos Orgânicos Voláteis (VOCs): O técnico deve encher o frasco de vidro até a boca, de forma a não deixar nenhuma bolha de ar (espaço vazio ou "headspace"). A presença de ar permitiria que os compostos volatilizassem da água para o espaço vazio, resultando em uma leitura falsamente baixa.

Para Metais Dissolvidos: Se o objetivo é analisar apenas os metais que estão dissolvidos na água (e não os que estão adsorvidos em partículas), a amostra deve ser filtrada em campo através de uma membrana de 0,45 µm. Esta filtração deve ocorrer antes da adição do ácido nítrico.

5.2.6: O Conceito de "Tempo Máximo de Armazenagem" (Holding Time)

É vital entender que a preservação não dura para sempre. As Tabelas 1 e 2 do artigo mostram uma coluna de "Tempo máximo de armazenagem". Este é o prazo de validade da amostra – o tempo máximo permitido entre a coleta e o início da análise no laboratório para que o resultado seja considerado válido. Por exemplo, uma amostra para Cromo Hexavalente tem um tempo máximo de apenas 24 horas, exigindo uma logística rápida e eficiente.



Módulo 6: Rastreabilidade e Documentação da Amostra

6.1: A Cadeia de Custódia - O Documento de Identidade Legal da Amostra

A Cadeia de Custódia é muito mais do que um simples formulário de campo; é o documento formal e legal que rastreia a posse e o manuseio de uma amostra desde o momento de sua coleta até a sua análise e descarte final. Conforme mencionado no artigo de Miliorini & Ishimine, os aspectos relativos ao seu preenchimento devem ser conhecidos previamente, pois ela é a ferramenta que garante a integridade e a defensabilidade jurídica e técnica dos resultados.

6.1.2: Qual é o Objetivo Fundamental da Cadeia de Custódia?

O seu propósito é criar um registro cronológico e inequívoco que responde às seguintes perguntas críticas:

O quê? Qual amostra foi coletada (identificação única)?

Onde? De qual ponto (ex: poço PM-01) ela veio?

Quando? Em qual data e hora exata foi realizada a coleta?

Quem? Quem foi o técnico responsável pela amostragem?

Como? Que tipo de análises foram solicitadas e como a amostra foi preservada?

Rastreabilidade da Posse: Quem teve a "custódia" (posse) da amostra em cada momento?

Este último ponto é o que dá nome ao documento. A "cadeia" de posse nunca pode ser quebrada.

6.1.3: Os Componentes Essenciais de um Formulário de Cadeia de Custódia

Para ser válido, o documento deve conter, no mínimo, as seguintes informações, preenchidas de forma legível e com tinta indelével:

Identificação do Projeto e Cliente: Nome do projeto e da empresa para a qual o serviço está sendo prestado.

Identificação Única da Amostra: Cada amostra (incluindo duplicatas e brancos) deve ter um código único e inequívoco (ex: PM-01-A-101025).

Nome do Amostrador: O nome completo e legível do técnico que realizou a coleta.

Data e Hora da Coleta: O registro preciso do momento da amostragem para cada amostra individual.

Matriz da Amostra: Descrição do tipo de material coletado (ex: "Água Subterrânea").

Tipo de Análises Solicitadas: Uma lista ou marcação clara de todos os parâmetros a serem analisados para cada amostra (ex: VOC, SVOC, Metais, Íons).

Tipo de Frasco e Preservantes: Indicação do tipo de frasco utilizado e de todos os preservantes químicos adicionados à amostra.

Assinaturas de Transferência (A "Cadeia"): Esta é a parte mais crítica. O formulário deve ter campos para:

Entregue por: Assinatura de quem está entregando a amostra (ex: o técnico de campo).

Recebido por: Assinatura de quem está recebendo a amostra (ex: o motorista da logística ou o recepcionista do laboratório).





Data e Hora da Transferência: O registro exato de quando a posse da amostra mudou de mãos.

6.1.4: Como Funciona a Transferência de Custódia na Prática?

O técnico de campo preenche todas as informações da coleta e assina como a primeira pessoa a ter a custódia.

Quando ele entrega a caixa térmica com as amostras para a equipe de logística, o motorista confere as informações, assina no campo "Recebido por" e anota a data e a hora. Neste momento, a responsabilidade legal pela amostra passa a ser do motorista.

Ao chegar no laboratório, o motorista entrega a caixa para o responsável pelo recebimento. Este confere as amostras, a temperatura, a integridade dos lacres e assina como "Recebido por", registrando novamente a data e a hora. A responsabilidade agora é do laboratório.

Se uma amostra for deixada em um local sem vigilância ou se uma assinatura de transferência for esquecida, a "cadeia de custódia é quebrada". Do ponto de vista legal, isso pode ser suficiente para invalidar o resultado da análise em um processo judicial ou administrativo, pois não se pode garantir que a amostra não foi adulterada.

Módulo 7: Rastreabilidade e Documentação de Campo

7.1: O Relatório de Amostragem: A Prova da Qualidade e Conformidade

O relatório de amostragem é o documento técnico final que consolida todos os registros e observações da campanha de campo. Ele não é apenas um resumo, mas a prova documentada de que o procedimento foi executado de forma correta, rastreável e em total conformidade com as normas aplicáveis. É este documento que permite que um auditor, um órgão ambiental ou um cliente compreenda e valide a qualidade do trabalho realizado.

Com base na Seção 11 da ABNT NBR 15847, um relatório completo e defensável deve conter, no mínimo, as seguintes informações, organizadas de forma clara:

7.1.1: Identificação e Contexto do Trabalho

Esta seção situa o leitor, informando onde, quando e por quem o trabalho foi feito.

Identificação do Local e do Poço: Nome e endereço do local da amostragem e a identificação inequívoca de cada poço amostrado (ex: PM-01, PM-02).

Identificação da Equipe: Nome completo dos membros da equipe de amostragem.

Registro das Condições Climáticas: Anotação do clima no dia da coleta (ex: ensolarado, chuva fraca, vento forte). Isso é importante pois condições como chuva intensa, por exemplo, podem influenciar a recarga e a qualidade da água subterrânea superficial.

Observações Gerais de Campo: Registro de qualquer fato relevante, como a presença de odores, medições de vapores orgânicos, ou o uso de produtos pela equipe que possam interferir nos resultados (protetor solar, repelente de insetos).



7.1.2: Caracterização do Poço de Monitoramento (Condição Pré-Amostragem)

Esta seção descreve a "cena do crime", ou seja, as condições do poço antes de qualquer intervenção.

Dados do Perfil Construtivo do Poço: O relatório deve conter as informações de projeto do poço, como profundidade total, comprimento e posicionamento do tubo-filtro, diâmetros da perfuração e dos tubos, e o material do revestimento e do filtro.

Condições de Manutenção e Preservação: Anotação sobre o estado do poço, incluindo a integridade da laje de proteção superficial, a presença de obstruções no seu interior, a integridade dos tubos e a presença de materiais estranhos. Um poço danificado pode fornecer uma amostra não representativa.

7.1.3: Medição de Referência

Medição do nível d'água estabilizado antes da purga, utilizando um ponto de referência de elevação conhecida.

Medição da profundidade total do poço e comparação com os dados construtivos para verificar se há assoreamento.

Registro da presença ou não de fase livre e sua espessura, se detectada.

7.1.4: Detalhamento do Procedimento de Purga e Coleta

Esta é a seção mais crítica, pois descreve a execução técnica do trabalho.

Método e Equipamentos: Citação do método de purga utilizado (ex: Baixa Vazão) e de todos os equipamentos.

Registros da Purga:

Data e hora de início e finalização da purga.

Registro da variação do nível d'água durante a purga (drawdown).

A Tabela Completa de Estabilização: Este é o coração da prova da qualidade. O relatório deve apresentar a tabela com todas as leituras de todos os parâmetros indicadores (pH, Condutividade, OD, ORP, Temperatura) ao longo do tempo, mostrando claramente o momento em que os critérios de estabilização foram atingidos.

Vazão de purga na estabilização e o volume total de água purgada.

Métodos de Coleta e Preservação: Descrição de como as amostras foram coletadas após a purga (incluindo a anotação da vazão reduzida para orgânicos) e todos os métodos de manuseio e preservação aplicados (refrigeração, adição de preservantes).

Manuseio da Água Purgada: Descrição do manuseio e da destinação final da água que foi purgada do poço.

7.1.5: Registros de Controle de Qualidade e Rastreabilidade

Esta seção finaliza o relatório com as provas de que o sistema de qualidade foi seguido.

Dados de Calibração dos Equipamentos: Registro da identificação dos instrumentos de campo e a data de sua última calibração.





Procedimentos de Descontaminação: Descrição dos procedimentos realizados para a limpeza de equipamentos não descartáveis.

Registro das Amostras de QA/QC Coletadas: O relatório deve identificar todas as amostras de controle de qualidade (Branco de Campo, Branco de Equipamento, Duplicata) que foram coletadas, vinculando-as ao lote de amostragem.

Anexo da Cadeia de Custódia: Uma cópia do formulário da Cadeia de Custódia, devidamente preenchido e assinado, deve ser anexada ao relatório como a prova final da rastreabilidade da amostra.

8.0: Fluxograma do Processo de Amostragem de Água Subterrânea

Legenda:

-->: Etapa de Ação

[?]: Ponto de Decisão / Verificação

[Sim] / [Não]: Caminhos da Decisão

[!]: Ponto de Atenção / Ação Corretiva

Fase 1: Preparação (Na Base, Antes de Sair Para o Campo)

1. --> Verificar Documentação

(Plano de Amostragem, Mapas, Fichas de Campo, Cadeia de Custódia, Contato do Responsável no local).

[?] A documentação está completa, clara e correta?

[Não] --> [!] CORRIGIR: Obter/corrigir os documentos faltantes. NÃO PROSEGUIR sem a documentação completa. --> Voltar à Etapa 1.

[Sim] --> Prosseguir para a Etapa 2.

2. --> Verificar Equipamentos

(Bombas, medidor Multiparâmetro, sonda de nível, baterias, cabos).

[?] Todos os equipamentos estão com a calibração válida, baterias carregadas (e com reservas) e funcionando corretamente?

[Não] --> [!] CORRIGIR: Calibrar, carregar ou substituir o equipamento defeituoso. --> Voltar à Etapa 2.

[Sim] --> Prosseguir para a Etapa 3.

3. --> Verificar Materiais e Insumos

(Frascos corretos para cada análise, preservantes, gelo, EPIs, materiais de QA/QC - brancos, frascos para duplicata).





[?] Todos os materiais estão em quantidade e tipo corretos para todos os poços planejados, incluindo os de QA/QC?

[Não] --> [!] CORRIGIR: Separar a quantidade e o tipo correto de materiais. --> Voltar à Etapa 3.

[Sim] --> [PREPARAÇÃO CONCLUÍDA] --> Iniciar deslocamento para o campo.

Fase 1: Chegada e Verificação no Campo

1. --> Chegar ao local, contatar o responsável e realizar a integração de segurança.
2. --> Localizar o primeiro poço e realizar a inspeção visual.

(Verificar integridade da laje de proteção, tampa, cadeado, identificação do poço).

[?] O poço está acessível e em condições adequadas para a amostragem?

[Não] --> [!] DOCUMENTAR: Fotografar e anotar todas as anomalias (ex: tampa quebrada, poço obstruído) no boletim de campo. Contatar o gerente do projeto para decidir se a amostragem deve prosseguir. --> Se autorizado, ir para a Etapa 3. Se não, ir para a Fase 5.

[Sim] --> Prosseguir para a Etapa 3.

3. --> Realizar medições iniciais.

(Medir o nível d'água estático, a profundidade total do poço e verificar a presença de fase livre).

[?] Foi detectada a presença de fase livre?

[Sim] --> [!] ATENÇÃO: Seguir o procedimento específico do Plano de Amostragem para fase livre (geralmente, mede-se a espessura e NÃO se coleta amostra de água). Documentar tudo. --> Ir para a Fase 5.

[Não] --> [VERIFICAÇÃO INICIAL CONCLUÍDA] --> Prosseguir para a Fase 3.

Fase 3: Purga e Estabilização (Método de Baixa Vazão)

1. --> Instalar a bomba na profundidade correta (preferencialmente, no meio da seção filtrante) e demais equipamentos, todos devem estar alinhados com mesa e demais matérias de suporte para amostragem.
2. --> Iniciar o bombeamento em baixa vazão e monitorar o rebaixamento do nível da água.

[?] O rebaixamento estabilizou dentro do critério da norma (geralmente < 25 cm)?

[Não] --> [!] CORRIGIR: Diminuir a vazão de bombeamento. --> Voltar e continuar monitorando a Etapa 3.

[Sim] --> Prosseguir para a Etapa 4.

3. --> Aguardar o intervalo de tempo necessário entre as leituras (baseado no volume da célula ou no mínimo 3 minutos).
4. --> Realizar uma nova leitura e comparar com as anteriores.





[?] Os 5 parâmetros da ABNT NBR 15847 atingiram os critérios de estabilização por três leituras consecutivas?

[Não] --> Voltar à Etapa 5 para aguardar o próximo ciclo de leitura.

[Sim] --> [PURGA CONCLUÍDA] --> Anotar os valores finais de estabilização e prosseguir para a Fase 4.

Fase 4: Coleta e Preservação

1. --> Ajustar a vazão da bomba para a coleta, conforme a análise (ex: ≤ 250 mL/min para orgânicos).
2. --> Coletar as amostras na ordem correta (geralmente, voláteis primeiros) e as amostras de QA/QC (Duplicata, Brancos), se aplicável para este poço.
3. --> Preservar e acondicionar cada frasco IMEDIATAMENTE após seu preenchimento.

(Adicionar preservantes químico, garantir ausência de bolhas para VOCs, fechar bem e colocar na caixa térmica com gelo).

[?] O frasco foi corretamente preenchido, preservado e acondicionado?

[Não] --> [!] CORRIGIR: Descartar a amostra e o frasco e coletar novamente de forma correta. --> Voltar à Etapa 2.

[Sim] --> Prosseguir para a Etapa 4.

4. --> Verificar se todos os frascos para o poço foram coletados.

[?] A coleta para este poço está finalizada?

[Não] --> Voltar à Etapa 2 para coletar o próximo frasco.

[Sim] --> [COLETA CONCLUÍDA] --> Prosseguir para a Fase 5.

Fase 5: Finalização e Desmobilização

1. --> Retirar os equipamentos do poço.
 2. --> Verificar se toda documentação do campo foi preenchida corretamente.
- (Finalizar o Boletim de Campo, preencher completamente a Cadeia de Custódia com todas as informações e assinar).

[?] A documentação está 100% preenchida, sem rasuras e assinada?

[Não] --> [!] CORRIGIR: Completar e revisar toda a documentação antes de fechar o poço. --> Voltar à Etapa 2.

[Sim] --> Prosseguir para a Etapa 3.

3. --> Fechar e lacrar o poço corretamente.
4. --> Descontaminar os equipamentos (se aplicável) e organizar o local.
5. --> Tomar a decisão final.





[?] Há mais poços para amostrar na campanha de hoje?

[Sim] --> Voltar para a Fase 2, Etapa 2, para o próximo poço.

[Não] --> [FIM DOS TRABALHOS DE CAMPO] --> Transportar as amostras devidamente acondicionadas para o laboratório, garantindo a manutenção da cadeia de custódia.

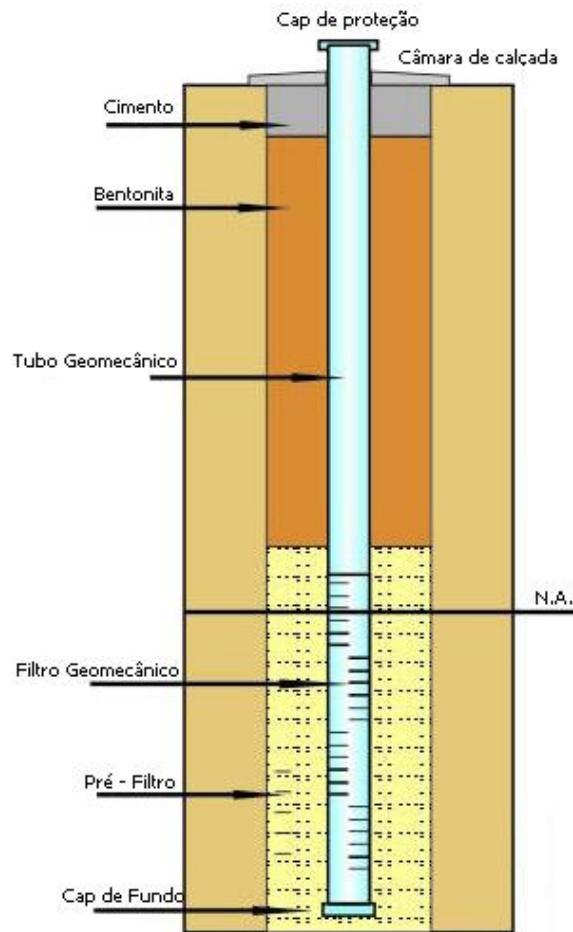
9: Equipamentos utilizados na amostragem de baixa vazão

9.1: Check list para baixa vazão

- Multiparâmetro
- Célula de fluxo
- Turbidímetro
- Maleta controladora de Vazão
- Bomba de inox de Bexiga Descartável
- Peristáltica
- Medidor de Nível
- Proveta Graduada
- Escova Cepilho
- Pilhas / Bateria
- Balde de inox / plástico graduado
- Padrão de verificação MR
- Padrão de Calibração MRC
- Silicone atóxico e inodoro
- Mangueira de polietileno
- Bexiga de Polietileno
- Bailer descartável
- Cordão inerte para bomba de inox
- Filtro com porosidade 0,45 micra “Metais dissolvidos”
- Gelo / Gelox
- Bombona de descarte
- Mesa de camping
- Cadeira/Banco
- Prancheta e Caneta
- Cadeia de custódia
- Ficha de coleta
- Plano de amostragem
- Check list do veículo
- Frasco de amostragem
- Água grau reagente
- Extran 10%
- Papel toalha
- Luva Nitrílica
- Saco de lixo
- Guarda Sol
- Pano de limpeza
- Copo de plástico / descartável
- Tesoura sem ponta



10: Conhecendo o poço de Monitoramento



10.1: Resumo Técnico da Estrutura do Poço

A imagem detalha um poço de monitoramento projetado para garantir o acesso à água subterrânea de um aquífero específico, evitando contaminações cruzadas e garantindo a integridade da amostra. Seus componentes principais são:

10.2: Acabamento de Superfície

Cap de Proteção: Tampa, geralmente com trave, que protege o poço contra a entrada de detritos, água da chuva e acesso não autorizado.

Câmara de Calçada (ou Caixa de Proteção): Estrutura de concreto ou metal que protege a boca do tubo e o acabamento, evitando danos por tráfego ou intempéries.

Cimento: Laje de cimento ao redor da câmara que impede a infiltração de água superficial pela parte externa do poço.





10.3: Coluna de Vedação (Selo Sanitário)

Bentonita: É uma argila expansiva utilizada para criar um selo impermeável no espaço anular (espaço entre o tubo e a perfuração). Sua função é crítica: isolar o aquífero de interesse, impedindo que contaminantes da superfície ou de outros níveis de água mais rasos desçam pela lateral do poço e atinjam a seção do filtro.

10.4: Estrutura do Poço

Tubo Geomecânico (Revestimento Liso): Seção sólida do tubo (geralmente PVC) que vai da superfície até a profundidade do aquífero alvo.

Filtro Geomecânico (Seção Filtrante): É a seção ranhurada (ranhuras) do tubo, posicionada exatamente no intervalo do aquífero que se deseja monitorar. Permite que a água subterrânea entre no poço.

N.A. (Nível d'Água): Linha que indica o nível estático da água dentro do poço, correspondente ao nível do lençol freático ou aquífero.

10.5: Zona de Filtração

Pré-Filtro (ou Filtro de Areia): Material granular (geralmente areia de quartzo com granulometria selecionada) colocado no espaço anular ao redor da seção filtrante. Ele estabiliza a formação geológica, impede que partículas finas do solo entrem e obstruam o filtro do poço, e melhora a eficiência hidráulica.

Cap de Fundo: Tampa cega que veda a base do poço.

10.6: Relação com a Amostragem de Baixa Vazão (Low-Flow)

A construção correta do poço, como a ilustrada, é um pré-requisito essencial para o sucesso da amostragem de baixa vazão. Este método é considerado o padrão-ouro para a coleta de amostras de água subterrânea representativas, especialmente para compostos voláteis e metais.

10.7: Importância do Poço bem Construído

O Pré-Filtro e o Filtro Geomecânico bem dimensionados garantem que a água entre com baixa turbidez, um dos principais critérios de estabilização.

O selo de Bentonita garante que a amostra de baixa vazão não sofra interferência de águas superficiais, assegurando que se está coletando uma amostra exclusiva do horizonte de interesse.

Em resumo, a estrutura do poço cria um acesso limpo e isolado ao aquífero. A técnica de baixa vazão utiliza esse acesso de forma "cirúrgica", retirando a água de maneira suave e controlada para garantir que a amostra coletada seja o mais fiel possível à condição real da água subterrânea no subsolo.





11: Conclusão, O Início da sua Jornada como Especialista

Parabéns! Você chegou ao fim desta capacitação e agora possui uma base técnica sólida para atuar com excelência no mercado ambiental. Nossa objetivo foi fornecer não apenas o "como fazer", mas o "porquê" de cada procedimento, preparando você para os desafios reais do setor.

O Que Você Leva Deste Curso?

Competência Técnica: Domínio sobre as melhores práticas de amostragem, monitoramento e análise de dados.

Visão Crítica: A capacidade de interpretar dados, entender a finalidade de um poço de monitoramento e aplicar métodos como o de baixa vazão para garantir a representatividade das amostras.

Confiança Profissional: A segurança para executar projetos, justificar suas decisões técnicas e dialogar com clientes e equipes.

11.1: Seus Próximos Passos, O Diferencial do Profissional de Sucesso

Este curso é o seu alicerce, mas um bom profissional nunca para de aprender. O setor ambiental é dinâmico, e você não deve se limitar apenas às informações vistas aqui.

O verdadeiro diferencial está na busca contínua por novos conhecimentos. Existem muitas normas ambientais, legislações e guias técnicos que evoluem constantemente. Um ótimo exemplo é o Guia de Coleta e Preservação de Amostras da CETESB, uma referência fundamental que você deve buscar e estudar.

É essa dedicação que fará você "sair da bolha" do conhecimento básico. Somente assim você deixará de ser apenas um executor para se tornar um especialista que comprehende o cenário completo, destacando-se de verdade no competitivo mercado de amostragem ambiental.

Agradecemos sua confiança e desejamos muito sucesso em sua trajetória!

Acesse o link para realizar uma prova de conhecimentos baseado nos ensinamentos da apostila você a média para aprovação é 6 sendo aprovado você ganha o certificado com 40 horas.

Boa Sorte!

