

# CORRELAÇÃO ENTRE A VARIAÇÃO DA ESPESSURA DE FASE LIVRE LNAPL EM UM AQUÍFERO POROSO LIVRE E A FLUTUAÇÃO SAZONAL DO AQUÍFERO FREÁTICO – UM ESTUDO DE CASO

Igor José Simões de Mello<sup>1,2</sup>; Mônica Peres Menezes<sup>1,3</sup>; Gabriela Biancheze Lopes<sup>1,4</sup>

**Resumo** – A correlação entre a variação sazonal do nível freático e a espessura de fase livre (LNAPL) em um aquífero poroso e de estratigrafia heterogênea foi avaliada neste estudo, de forma a subsidiar o dimensionamento e otimizar o funcionamento de um sistema de extração de fase livre LNAPL. Os resultados indicam que nos meses com maior índice pluviométrico (janeiro a abril), o nível d'água, que anteriormente interceptava uma camada predominantemente arenosa, se eleva e passa a interceptar uma camada estratigráfica superior, predominantemente siltosa e menos condutiva do que a anterior. Neste período, a elevação das cargas hidráulicas faz com que a fase livre fique trapeada no topo da camada arenosa, interface com a camada superior, fazendo com que as medições de fase livre neste período indiquem menores espessuras do que as realizadas em período de seca. Sendo assim, para a área estudada, um sistema de extração de fase livre terá uma melhor eficiência em períodos de seca (julho a novembro), quando a mesma é liberada pelo fenômeno de destrapeamento.

**Abstract** – The correlation between seasonal variation of groundwater level and thickness of free-floating (LNAPL) in a porous aquifer and heterogeneous stratigraphy have been assessed in this study, in order to support the design and optimize the operation of a free-floating extraction system LNAPL. The results indicate that in the months with the highest rainfall (January-April), the groundwater level, which had previously intercepted a predominantly sandy stratigraphic layer, rises and begins to intercept a higher stratigraphic layer, predominantly silty and less conductive than the previous. During this period, the increase of hydraulic head causes free-floating trapping on top of the sandy layer, at the interface with the upper silty layer, and the free-floating measurements indicate smaller thickness than those carried out in dry season. Thus, for the studied area, a free-floating extraction system will have a better efficiency in dry periods (July to November), when it is released by untrapping phenomenon.

**Palavras-Chave** – Água subterrânea, fase livre, LNAPL, nível freático, trapeamento.

<sup>1</sup> Consultoria, Planejamento e Estudos Ambientais; Rua Henrique Monteiro, nº 90 – 13º andar, Pinheiros – São Paulo/SP; (11) 4082-3200; igor.mello@cpeanet.com<sup>2</sup>; monica.menezes@cpeanet.com<sup>3</sup>; gabriela.lopes@cpeanet.com<sup>4</sup>

## 1. INTRODUÇÃO

Um dos problemas mais comuns de contaminação de águas subterrâneas atribui-se a vazamentos acidentais de derivados de petróleo provenientes de tanques de armazenamento subterrâneos e linhas de combustíveis. A infiltração destes produtos no solo e sua migração até atingir o aquífero freático representa um risco imediato à saúde humana devido à sua alta toxicidade na forma de fase livre sobrenadante (LNAPL).

Existem várias técnicas definidas no mercado para a remediação de fase livre sobrenadante em aquíferos porosos livres. Entretanto, previamente à seleção das alternativas de remediação a serem adotadas e à concepção do sistema de remediação é importante realizar uma investigação ambiental confirmatória e detalhada de qualidade, visando à elaboração de um modelo conceitual adequado, que contemple a hidroestratigrafia do substrato, a caracterização hidrogeológica e a potenciometria local, assim como as propriedades físico-químicas dos contaminantes, de forma a entender o comportamento do LNAPL em subsuperfície e estimar sua capacidade de recuperação.

Pede (2009) avaliou o comportamento da remediação de uma pluma de fase livre LNAPL sob influência da variação do nível d'água, e concluiu que estas variações, associadas à variação da espessura de fase livre ao longo dos anos, demonstraram a importância do monitoramento sistemático e de longo prazo.

O presente estudo permite verificar esta correlação e demonstrar a importância de monitoramentos de nível d'água durante processos de remediação.

## 2. OBJETIVOS

O presente trabalho tem como objetivo principal avaliar a correlação entre a variação sazonal do nível freático e a espessura de fase livre em um aquífero poroso e de estratigrafia heterogênea, visando subsidiar o dimensionamento e otimizar o funcionamento de um sistema de extração de fase livre LNAPL.

## 3. HISTÓRICO AMBIENTAL DA ÁREA DE ESTUDO

O estudo foi realizado em uma área onde preteritamente ocorreu um vazamento de óleo diesel, que atingiu o nível freático entre 6 a 9m de profundidade, em uma superfície de aproximadamente 3500 m<sup>2</sup>. Visando à remoção da fase livre sobrenadante foi instalado um sistema de extração multifásica (MPE) e *Pump and Treat* (P&T), composto por 4 poços de bombeamento, 6 poços de extração, sistema este que operou por cerca de dois anos, entre 2010 e 2012. Um ano e meio após a desmobilização do sistema, iniciou-se um monitoramento mensal nos antigos poços de bombeamento, extração e em

poços de monitoramento, e notou-se, em um período de seca, um aparente *rebound* de fase livre, com espessura centimétrica em três antigos poços de extração.

#### 4. TRABALHOS REALIZADOS

Foi realizado um monitoramento mensal de nível d'água e fase livre durante onze meses (julho de 2014 a maio de 2015) nos poços de monitoramento existentes no raio de influência do antigo sistema de remediação. No âmbito desse monitoramento, foi utilizado um medidor tipo *interface*, que possui um sensor que acusa, de forma diferenciada, quando toca na água e/ou no produto sobrenadante.

Os resultados obtidos foram tabulados e comparados, de forma a obter a correlação entre a variação do nível d'água e a espessura de fase livre ao longo do tempo.

#### 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A **Tabela 1** apresenta o resultado do monitoramento da fase livre obtido nos meses de julho de 2014 a maio de 2015.

**Tabela 1:** Monitoramento de nível d'água e espessura de fase livre em 3 antigos poços de extração do sistema *versus* período sazonal: julho de 2014 a maio de 2015

Período	PE-M1		PE-M2		PE-M3		Período sazonal
	N.A. estático (m)	Esp. Fase Livre (cm)	N.A. (m)	Esp. Fase Livre (cm)	N.A. (m)	Esp. Fase Livre (cm)	
<b>Julho/2014</b>	8,16	20,00	8,08	15,00	8,75	5,00	Seca
<b>Agosto/2014</b>	8,08	27,00	8,17	31,00	8,93	5,00	Seca
<b>Setembro/2014</b>	8,40	23,00	8,52	25,00	9,00	4,00	Seca
<b>Outubro/2014</b>	8,55	20,00	8,54	25,00	8,95	2,00	Seca
<b>Novembro/2014</b>	8,77	35,00	8,64	38,00	8,44	12,00	Seca
<b>Dezembro/2014</b>	7,90	2,00	7,92	10,00	8,21	Película	Transição
<b>Janeiro/2015</b>	6,81	3,00	6,94	5,00	7,62	Película	Cheia
<b>Fevereiro/2015</b>	7,05	2,00	7,18	9,00	7,86	-	Cheia
<b>Março/2015</b>	6,20	4,00	6,25	-	7,00	-	Cheia
<b>Abril/2015</b>	6,31	3,00	6,38	1,00	7,75	Película	Cheia
<b>Mai/2015</b>	7,50	5,00	7,70	12,00	8,24	Película	Transição

Durante os meses de dezembro de 2014 a maio de 2015 foi verificada a presença pontual de fase livre com espessura superior a 5mm, em somente 02 (dois) poços, PE-M1 e PE-M2, com exceção do mês de março, onde apenas o PE-M1 apresentou fase livre. O PE-M3, que possui histórico de fase livre, vem apresentando desde dezembro de 2014, apenas gotículas de óleo.

A partir de dezembro de 2014, verificam-se níveis d'água mais rasos, relacionados a um período sazonal de maior pluviosidade, e espessuras de fase livre menores. Em suma, este período sazonal corrobora com uma queda significativa na espessura de fase livre nos poços PE-M1, PE-M2 e PE-M3 associada a um nível freático mais raso.

Em comparação aos perfis construtivos dos poços monitorados, observa-se que sazonalmente, nos meses de janeiro a maio, o nível freático normalmente sobe para níveis mais rasos (média de 6 m a 7,6 m de profundidade) quando passa a interceptar uma camada litológica menos condutiva, com maiores proporções de silte e argila, sobreposta a uma camada de areia fina argilo-siltosa mais condutiva, camada esta interceptada em períodos nos quais o nível freático medido encontra-se mais baixo e em profundidades superiores a 8,0m.

Quando o nível d'água se eleva nos meses com maior índice pluviométrico (janeiro a abril) a elevação das cargas hidráulicas faz com que a fase livre presente na camada arenosa fique trapeada no topo desta camada e, conseqüentemente, não seja detectada.

## 6. CONCLUSÕES

As medidas históricas de nível d'água e espessura de fase livre permitiram concluir que, não se trata de um *rebound*, entretanto, quando o nível d'água se eleva nos meses com maior índice pluviométrico (janeiro a abril), a elevação das cargas hidráulicas faz com que a fase livre fique trapeada no topo da camada arenosa inferior e não seja detectada.

Desta forma, pode-se concluir que um sistema de extração de fase livre nesta área terá uma melhor eficiência em períodos de seca, quando o nível d'água se encontra mais profundo, mais especificamente, entre julho e novembro, período durante o qual a fase livre se encontra disponível após o fenômeno de destrapeamento.

## 7. REFERÊNCIAS

Pede, M.A.Z. **Flutuação do lençol freático e sua implicação na recuperação de hidrocarbonetos: um estudo de caso**. 2009. 126 p. Tese (Doutorado) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas – Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.