



Grupo de Trabalho de Modelos Conceituais - *Boletim*

Janeiro 2022 | Vol. 1, Ed. 3

Organizadores: Lucas Andreato F. S. Ribeiro (Geosyntec Consultants); Carine P. Martins Forster (Worley/Advisian); Lélia C. R. Soares (Escola Politécnica-USP); Marilda M. G. Ramos Vianna (INCT-EMA/ POLI-USP)

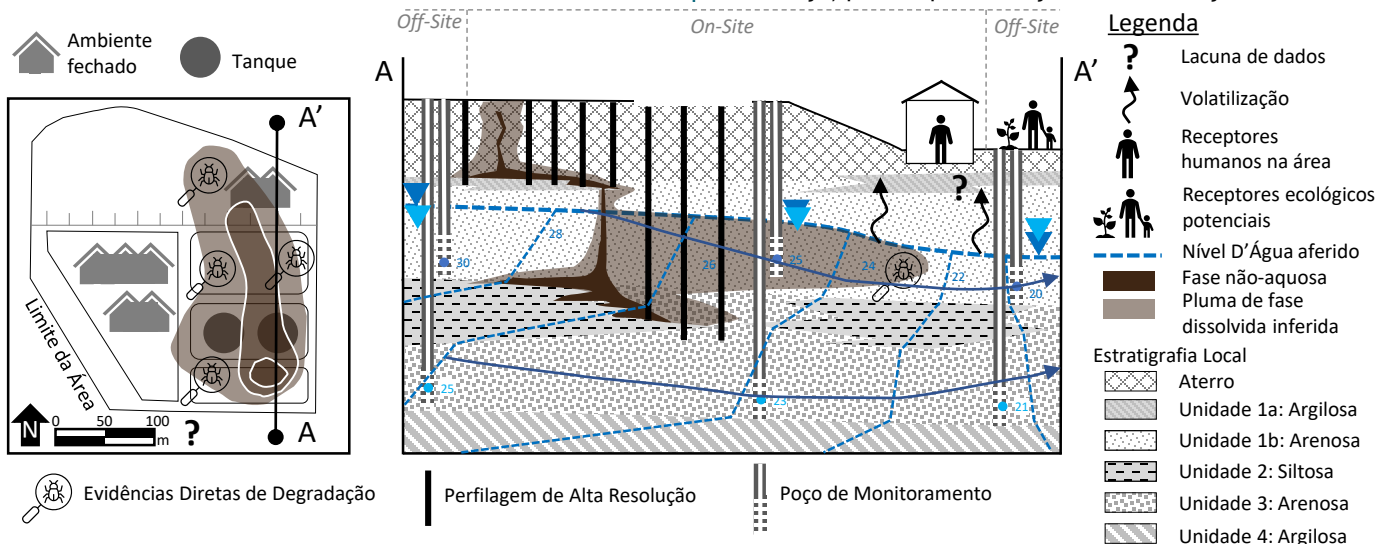


Mensagem dos Autores: A natureza iterativa dos modelos conceituais de área (MCA) para o gerenciamento de áreas contaminadas (GAC) tem sido objeto de discussões, cursos e publicações no GT de Modelos Conceituais da rede NICOLE Lat. Am. desde 2017. Inspirado pelos desafios de áreas urbanas complexas, como a região do canal Jurubatuba em São Paulo; pelas boas práticas divulgadas na América do Norte (U.S. EPA 2006, 2011; ITRC 2017) e na Europa; pelos recentes esforços de atualização da NBR 16210-13; e pelos avanços no entendimento de MCA temporais (Hart et al. 2021), o grupo desenvolveu um guia para elaboração de MCA que será publicado em breve. Em apoio à divulgação do guia, este boletim busca introduzir alguns dos diversos elementos necessários para elaboração de um MCA robusto conforme as fases de investigação. Nesta terceira edição, apresentamos os elementos de um MCA em fase de pré-remediação e design de remediação.

Conteúdo Necessário: A fase de pré-remediação consiste na coleta de dados adicionais de uma determinada porção da área a ser remediada para o dimensionamento e definição das limitações da tecnologia de remediação selecionada (ex.: estabilidade do solo a ser escavado, taxas de injeção e tipo de reagente oxidante/redutor a ser utilizado, necessidade de bioaumentação, etc.). As atividades de amostragem e análises variam conforme a tecnologia de remediação selecionada. Quanto às propriedades físicas e hidráulicas, incluem-se ensaios geotécnicos em campo (ex.: CPT) ou em laboratório, perfilagem hidráulica ou ensaio de poço, injeção de traçadores para estimar a velocidade das águas subterrâneas, ensaios de bombeamento para determinar o raio de influência e zona de captura de extração hidráulica, etc.. Ainda nesta fase, inclui-se o refinamento da estimativa das condições biogeoquímicas, de distribuição espacial e de quantificação de massa dos contaminantes (ex.: extensão horizontal e vertical e distinção das fases livre, dissolvida, sorvida e gasosa), servindo de condição inicial para a avaliação de desempenho da tecnologia de remediação a ser implementada. A coleta de evidências diretas de degradação (ex.: sequenciamento genético e fracionamento isotópico) e a elaboração de modelos digitais 3-D são recomendados em áreas de alta complexidade (NRC 2013). Os dados consolidados no MCA de Pré-Remediação definem os requisitos do desenho final e contratação de serviços (ex.: duração, nível de esforço) para implementação da remediação.

O Modelo Conceitual de Pré-Remediação: A terceira fase do MCA visa identificar quais informações adicionais são necessárias para a implementação da tecnologia de remediação selecionada, seja em escala piloto ou plena. Corresponde à fase de elaboração do Plano de Intervenção da CETESB e pode ser conduzida concomitantemente à execução de medidas corretivas iniciais, como por exemplo a remoção de fontes primárias de contaminação (ex: tanques, tubulações, etc.).

Figura 1. MCA de Pré-Remediação.



Grupo de Trabalho de Modelos Conceituais - *Boletim* Janeiro 2022 | Vol. 1, Ed. 3

Lacunas de Dados a serem endereçadas:

- Definição das áreas prioritárias de remediação e se as áreas fonte e/ou pluma devem ser foco da remediação;
- Delineação horizontal e vertical das SQIs nas áreas foco da remediação;
- Estratigrafia de detalhe das áreas foco da remediação;
- Estimativa das condições iniciais (massa de SQIs, hidrogeoquímica, etc.) nas áreas foco da remediação;
- Parâmetros físicos e químicos para *design* da remediação.
- Há necessidade de medidas emergenciais que minimizem/eliminem o(s) risco(s) aos receptores?
- As tecnologias de remediação pré-selecionadas têm a capacidade de reduzir a massa de contaminantes a níveis aceitáveis?

Planejamento Sistemático: A rede NICOLE Lat.Am. encoraja o uso do MCA como ferramenta para o planejamento sistemático (U.S.EPA 2006) no gerenciamento de áreas contaminadas. Uma atividade chave para definir os objetivos do projeto é formular perguntas que o projeto deve resolver (**Tabela 1**). Tais perguntas auxiliam na determinação de quais dados precisam ser coletados e analisados (i.e., lacunas de dados); quais os limites espaciais e temporais da coleta de dados (i.e., amostragem); e qual a abordagem para análise de dados (i.e., quais parâmetros de interesse e métodos analíticos a serem empregados). Em seguida, define-se quais critérios de qualidade, desempenho e aceitação precisam ser atendidos. Nessa etapa, recomenda-se a priorização das lacunas de dados para que o plano de obtenção de dados (i.e., plano de amostragem) seja viável financeiramente e atenda o cronograma do projeto.

Tabela 1. Exemplo de matriz para rastreamento de lacunas de dados

Tema	Pergunta	Lacuna de Dado	Abordagem e Análise	Prioridade
Geologia	Como é a arquitetura estratigráfica nas áreas foco da remediação?	G5 Perfis e seções litológicas de detalhe	Sondagens, perfilagens e interpolação de dados	Alta
	As propriedades da matriz do aquífero viabilizam ou limitam o <i>design</i> da remediação?	G6 Parâmetros físicos e químicos do solo e água subterrânea	Cálculo dos limites superior e inferior de cada parâmetro	Alta
Hidrologia & Hidrogeoquímica	Como é a distribuição das propriedades hidráulicas?	H4 Raio de influência, zona de captura, etc.	Ensaio hidráulicos, testes com traçadores	Alta
	Quais as condições biológicas e físico-químicas do meio?	H5 Potencial de oxirredução, oxigênio dissolvido, pH, e receptores terminais de elétrons	Análise espacial das condições favoráveis ou inibidoras para atenuação natural de SQIs	Média
Contaminantes	Quais as concentrações das SQIs e dimensões de pluma na área foco?	C5 Volume/ massa de NAPL e das SQIs, distribuições/variações das concentrações na fase dissolvida	Modelagem analítica e/ou numérica	Média
	Quais as características do NAPL (caso presente) e das SQIs?	C6 Viscosidade, densidade, distribuição das concentrações	Análises físico-químicas, modelagem,	Alta

Participe!

O GT de Modelos Conceituais, assim como diversas iniciativas da rede NICOLE Lat.Am., é realizado de maneira voluntária e visa integrar participantes da indústria, academia, órgãos reguladores e consultores para discussão, desenvolvimento e divulgação de boas práticas no gerenciamento de áreas contaminadas. Para participar, entre em contato com: Luciana.Ferreira@ekosbrasil.org

REFERÊNCIAS

- Hart, S.T., Bertolo, R.A., Agostini, M.S. *et al.* Temporal conceptual model of contaminated complex sites applied for the management of a former supply well area in tropically weathered bedrock. *Sustain. Water Resour. Manag.* 7, 11 (2021).
- ITRC 2017. Remediation Management of Complex Site. RMCS-1. Washington, D.C.p. <http://rmcs-1.itrcweb.org>.
- NRC - National Research Council. 2013. Alternatives for Managing the Nation's Complex Contaminated Groundwater Sites. Washington, DC: The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/14668>.
- U.S. EPA 2006. Guidance on Systematic Planning Using the Data Quality Objectives Process. EPA QA/G-4
- U.S. EPA 2011. Environmental Cleanup Best Management Practices: Effective Use of the Project Life Cycle Conceptual Site Model. EPA 542-F-11-011