



# Grupo de Trabalho de Modelos Conceituais - *Boletim*

Março 2022 | Vol. 1, Ed. 4

**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)

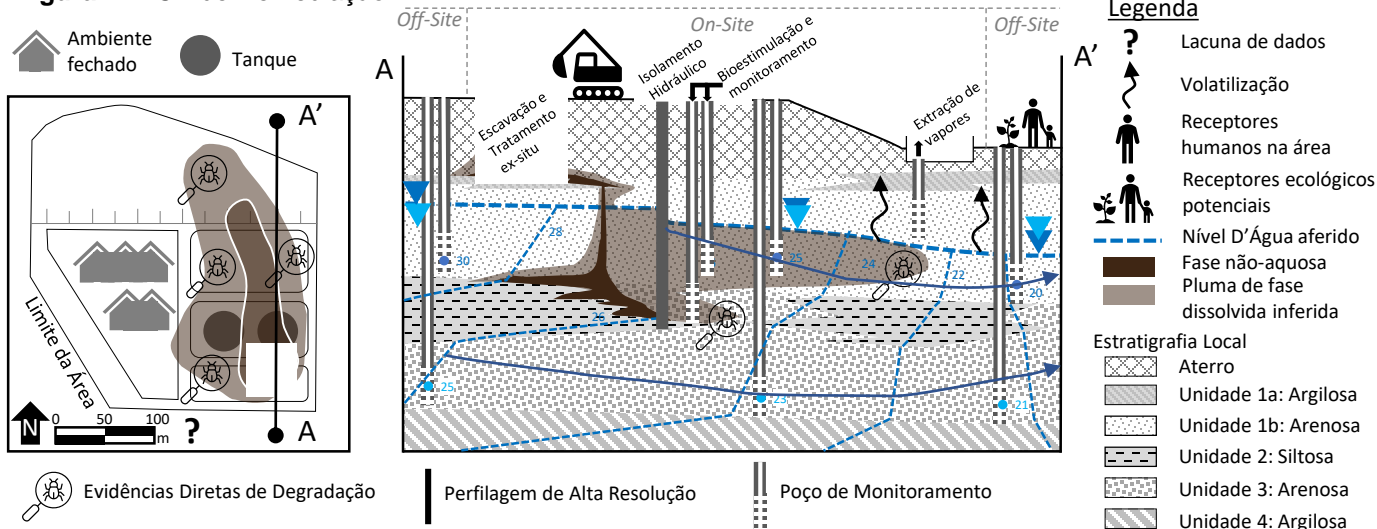


**Mensagem dos Autores:** A natureza iterativa dos modelos conceituais de área (MCA) para o gerenciamento de áreas contaminadas (GAC) tem sido objeto de discussões, cursos e publicações no GT de Modelos Conceituais da rede NICOLE Lat. Am. desde 2017. Inspirado pelos desafios de áreas urbanas complexas, 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 quarta edição, apresentamos os elementos de um MCA em fase de remediação.

**O Modelo Conceitual de Remediação:** A quarta fase do MCA pode ser utilizada para guiar esforços de remediação e mitigação de impactos. Corresponde à fase de execução do Plano de Intervenção da CETESB, sendo conduzida concomitantemente à execução de medidas corretivas como por exemplo a remoção de fase retida, controle hidráulico via extração de fase-aquosa ou isolamento de pluma, injeção de reagentes e/ou bioestimulantes, extração de fase-livre, extração de vapores, etc.

**Conteúdo Necessário:** A fase de remediação pode exigir atualização contínua do MCA para documentar o progresso da remoção de massa de contaminantes, sendo, no mínimo, um no início com as remediações previstas e outro mostrando o cenário ao término destas ações. A atualização contínua pode também auxiliar na subdivisão de esforços em áreas prioritárias ou em diferentes fases da remediação, facilitando a reposta às mudanças de condições encontradas durante a execução, e possibilitando a otimização das medidas de mitigação e tecnologias de remediação implementadas. Recomenda-se a continuação do uso das bases de dados implementadas durante as fases anteriores do MCA, especialmente quando se prevê operação, manutenção e monitoramento de longo-prazo. O MCA de remediação pode ainda ser utilizado para avaliação de desempenho durante a execução das medidas mitigadoras ou avaliar a eficiência das tecnologias de remediação implementadas, indicando variação temporal das concentrações em pontos de monitoramento, ou monitorando processos de degradação de contaminantes, por exemplo. O refinamento da escala do MCA também deve ser considerado caso o desenho de remediação seja redimensionado, influenciando diretamente nas estimativas de custo da remediação. A medida que a remediação atinge os objetivos de desempenho estabelecidos, o MCA pode ser utilizado para documentação das atividades concluídas e compor parte fundamental na comunicação com os órgãos reguladores e demais stakeholders envolvidos.

Figura 1. MCA de Remediação.





## Grupo de Trabalho de Modelos Conceituais - *Boletim* Março 2022 | Vol. 1, Ed. 4

### Lacunas de Dados a serem endereçadas:

- Definição das dimensões de remediação (i.e., profundidades de escavação, áreas interditadas);
- Quantificação de massa de contaminantes removida nas fases não aquosa, dissolvida e vapor;
- Estimativa das condições da área conforme o progresso da remediação (massa de SQIs, hidrogeoquímica, etc.) nas áreas foco da remediação;
- Modificações no regime de transporte das SQIs (ex.: alteração das linhas de fluxo da água subterrânea);
- Parâmetros de controle dos processos de degradação de SQIs;
- Quais mudanças no desenho da remediação são necessárias?;
- As tecnologias de remediação implementadas são eficazes em reduzir a massa de SQIs a níveis aceitáveis?;
- Os receptores permanecem os mesmos?

**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 Dados	Abordagem e Análise	Prioridade
Geologia	Quais as características geotécnicas do solo para uma escavação segura?	G7 Parâmetros geotécnicos de resistência do solo e desenho de talude	Sondagem SPT, ensaios de cisalhamento direto, ensaios de compressão simples e triaxial	Alta
	Qual a capacidade de migração de vapores no subsolo?	G8 Raio de influência da ação de extração de vapores; Pressão máxima que não ocasione a ruptura do solo	Testes pilotos, ensaios geotécnicos	Alta
Hidrologia & Hidrogeoquímica	O fluxo da água subterrânea será alterado na remediação?	H6 Direção e velocidade da água subterrânea durante a ação de remediação	Monitoramento do nível d'água	Alta
	As condições físico-químicas da água subterrânea poderão ser alteradas?	H7 Alterações físico-químicas negativas do meio durante a ação da remediação.	Monitoramento analítico	Média
Contaminantes	Há redução de massa dos contaminantes? A remediação tem sido eficaz?	C7 Volume/ massa de NAPL e das SQIs que estão sendo removidas	Monitoramento analítico contínuo analítico, cálculo de volumes e massa após as extrações / remoções	Alta
	O fluxo de SQIs dissolvidas será alterado?	C8 Fluxo de massa das SQIs durante a ação de remediação	Monitoramento analítico multinível e a jusante da remediação	Média
Receptores	Os receptores permanecem os mesmos?	R1 Usos e planejamentos atuais	Chechagem sobre o uso na região e planejamentos	Média

### 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](mailto: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>.
- 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