

Grupo de Trabalho de Modelos Conceituais - *Boletim*

Outubro 2022 | Vol. 1, Ed. 5

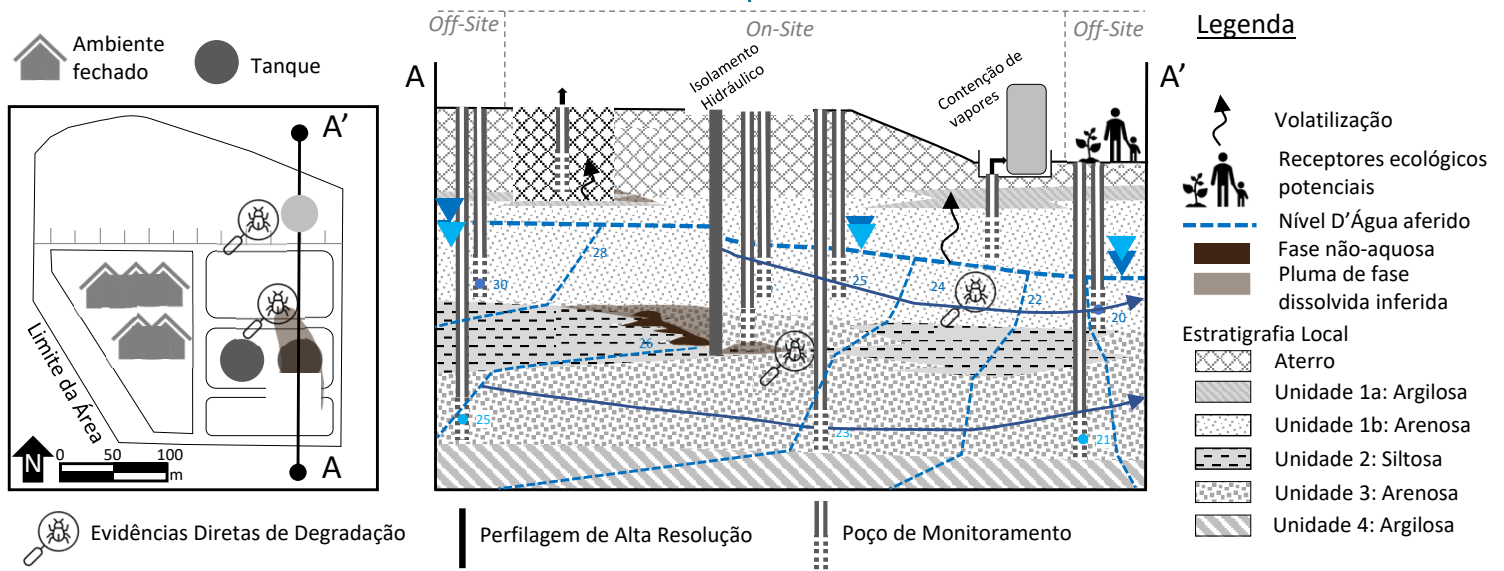
Organizadores: Lucas Andreato F. S. Ribeiro (Geosyntec Consultants); Carine P. Martins Forster (Worley/Advisian); Lélia C. R. Soares (Escola Politécnica-USP); Marilda M. G. Ramos Vianna (*in memoriam*)



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 quinta edição, apresentamos os elementos de um MCA em fase de pós-remediação e avaliação de desempenho.

O Modelo Conceitual de Pós-Remediação: A quinta fase do MCA pode ser utilizada para integração e síntese de informações e para documentação ou redesenolvimento de atividades conforme a necessidade do projeto. Corresponde à fase de Monitoramento para Encerramento da CETESB, que pode ser concomitante às atividades de operação e manutenção de sistemas de remediação, monitoramento de atenuação natural, e recuperação de recursos hídricos superficiais ou subterrâneos.

Figura 1. MCA de Pós-Remediação.



Conteúdo Necessário:

A fase de pós-remediação deve atualizar o MCA, de modo a mostrar se a seleção da remediação foi adequada para área, ou seja, se as metas estabelecidas foram atingidas. Caso contrário, o MCA deve ser atualizado e apontado o uso de novas tecnologias e/ou implementações de medidas de controle institucional e/ou de medidas de engenharia. O MCA desta fase, deve, então, documentar a eficácia das ações corretivas selecionadas para mitigar ou eliminar a exposição de todos os riscos à saúde humana e ecológicos. No caso do plano de intervenção ter previsto ações institucionais ou de engenharia, no MCA deve ser contemplado se estas medidas foram implantadas de modo apropriado.

Ainda, a fase de pós-remediação pode ajudar a:

- (1) Servir de base para aplicação de métodos estatísticos para avaliação sistemática de desempenho e eficácia da remediação em relação aos objetivos de remediação determinados;
- (2) Documentar e promover as boas práticas e lições aprendidas na gestão e avaliação técnica relacionadas a remediação implementada;
- (3) Documentar as localizações, dimensões e concentrações de substâncias de interesse remanescentes na área, controles institucionais ou de engenharia implementados; e
- (4) Facilitar o reuso das informações geradas no ciclo de vida do projeto, como as condições geológicas e hidrogeológicas e características físicas da área.

Grupo de Trabalho de Modelos Conceituais - *Boletim* Outubro 2022 | Vol. 1, Ed. 5

Lacunas de Dados a serem endereçadas:

- Definição das dimensões de monitoramento pós-remediação (i.e. profundidades e áreas);
- Quantificação de massa de contaminantes remanescente;
- Estimativas das concentrações futuras das SQIs e potenciais flutuações em função da sazonalidade e dinâmica hídrica do sistema aquífero;
- Uso futuro da área declarado e premissas sobre as atividades de construção (ex: escavação, bombeamento, novas instalações subterrâneas) deve ser comunicado aos *stakeholders* para garantia de manutenção dos controles institucionais e de engenharia. Potenciais modificações no regime de transporte das SQIs (ex: alteração das linhas de fluxo da água subterrânea) deve ser avaliada
- Definição quanto a sustentabilidade do desempenho da remediação implementada no longo prazo para atender aos objetivos de remediação estabelecidos.

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	Quais as dimensões de monitoramento pós-remediação?	G9 Seções litológicas e mapas de detalhe	Revisão e otimização de rede de monitoramento	Alta
Hidrologia & Hidrogeo-química	O fluxo da água subterrânea será alterado no uso futuro da área?	H8 Raio de influência, zona de captura, etc.	Revisão de projetos de engenharia para redesenvolvimento da área	Alta
	As condições biológicas e físico-químicas do meio pode ser mantidas no longo prazo?	H8 Potencial de oxirredução, oxigênio dissolvido, pH, receptores terminais de elétrons, microorganismos	Análise espacial das condições favoráveis ou inibidoras para atenuação natural de SQIs	Média
Contaminantes	Quais as concentrações das SQIs remanescentes?	C9 Volume/ massa de NAPL e das SQIs, distribuições/variações das concentrações na fase dissolvida	Modelagem analítica e/ou numérica	Média
	Os concentrações das SQIs atendem aos objetivos de remediação no longo prazo?	C10 Distribuição das concentrações	Modelagem analítica e/ou numérica	Alta
Gestão Futura	Uso futuro da área atende as necessidades dos <i>stakeholders</i> a às boas práticas sustentáveis?	F1 Acordos entre as partes envolvidas; cálculo de indicadores de desempenho sustentável da remediação	Acordos legais; estimativa de uso de água, energia, trabalhadores locais, etc.	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