

AGOSTO | 2018

REVISTA TÉCNICA

DE AVALIAÇÕES E PERÍCIAS

CONHECIMENTO TÉCNICO

Estudos e artigos sobre perícias,
avaliações e área ambiental

UMA PUBLICAÇÃO DO

PARCERIA COM



RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA

AMBIENTAL

A restauração ecológica e as ações nucleadoras nos projetos de recuperação de áreas degradadas - PRAD

AVALIAÇÃO DE BENS INTANGÍVEIS

AVALIAÇÕES

Avaliação de bens intangíveis revestidos com valor cênico

EDIFÍCIO LIBERDADE

PERÍCIAS

Influência da Obra do Metrô-RJ na ruína do Edifício Liberdade

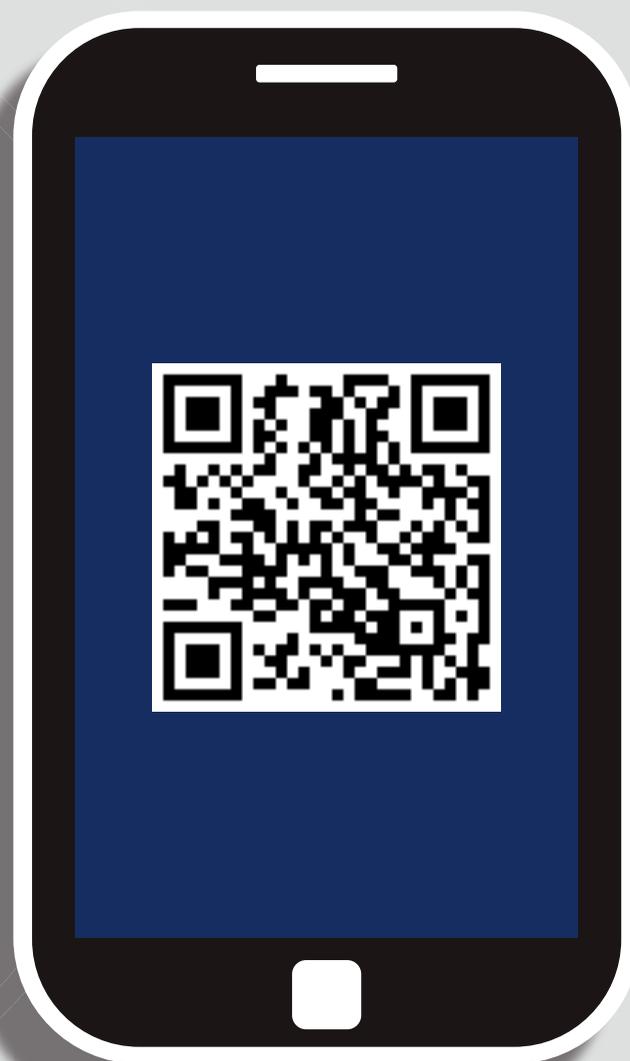
CONHEÇA O APLICATIVO DO Crea-PR

Instale o Aplicativo do Crea-PR em seu celular e tenha acesso a diversos serviços e informações:

- Serviços Online
- Formulários Online
- Denúncia Online
- ARTs
- Consulta de Protocolos
- Ouvidoria Crea-PR



CREA-PR
Conselho Regional de Engenharia
e Agronomia do Paraná



Sumário

Contaminação de solo

Solo contaminado por combustíveis

pág. 05

Esvaziamento do valor econômico

Esvaziamento do valor econômico de imóvel situado em área de preservação permanente

pág. 13

Restauração ecológica

A restauração ecológica e as ações nucleadoras nos projetos de recuperação de áreas degradadas - PRAD

pág. 19

Avaliação de bens intangíveis

Avaliação de bens intangíveis revestidos com valor cênico

pág. 24

Acidente na ciclovia Tim Maia

Introdução de análise estrutural e estabilidade – conceitos e fundamentações – aplicação à queda da ciclovia Tim Maia

pág. 29

Ruína do Edifício Liberdade

influência da obra do metrô-RJ na ruína do Edifício Liberdade

pág. 36

Perícia em empreendimentos de Engenharia

Perícia em empreendimentos de engenharia em situação de conflito com o uso de métodos de apoio à tomada de decisão com múltiplos critérios

pág. 38

Perícia hospitalar

Risco de explosão e incêndio em réguas de distribuição – gases medicinais em hospitais

pág. 42

REVISTA TÉCNICA DE AVALIAÇÕES E PERÍCIAS

Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de Engenharia do Paraná (IBAPE-PR)

Rua Emiliano Pemeta, 14º andar, 174 - Centro

Curitiba - PR, 80010-050

Telefone: (41) 3225-1167

www.ibapepr.org.br/ ibapepr@ibapepr.org.br

Coordenação: Básica Comunicações Ltda – (41) 3019-9092

Jornalista responsável: Daniela Weber Licht - MTB 3791/15/15v

Diagramação: Fabiana Zimmermann

Impressão: Nova Gráfica e Editora Ltda

Rua Carlos Essenfelder, 1562 – Boqueirão

Curitiba - PR

Telefone: (41) 3376-5160

Tiragem: 1 mil unidades

AMBIENTAL

AVALIAÇÕES

PERÍCIAS



É com imensa satisfação que apresentamos a segunda edição da Revista Técnica de Avaliações e Perícias, proposta pela diretoria do IBAPE-PR e viabilizada pelo Edital 001/2018-DRI do Crea-PR.

O IBAPE-PR é uma entidade filiada ao IBAPE Nacional e tem entre sua missão e objetivos promover a formação básica e avançada, o conagração, intercâmbio e reciclagem; difundir informações e avanços técnicos, além de defender interesses profissionais e morais da classe.

Neste contexto, entendemos que este veículo está alinhado aos princípios do IBAPE-PR, visto que divulga o serviço técnico prestado pelos profissionais da Engenharia de avaliações e perícias que atuam no segmento da Engenharia legal, levando conhecimento e novidades e dando acesso ao leitor a alguns dos trabalhos apresentados no XIX COBREAP-Congresso Brasileiro de Avaliações e Perícias de Engenharia, maior evento técnico sobre o assunto, realizado em 2017, e que teve o Crea-PR como parceiro.

O profissional que atua neste segmento de mercado está sempre em busca de atualizações para poder acompanhar as inovações científicas e tecnológicas, sem descuidar dos aspectos legais e normativos pertinentes. Nesta linha, o IBAPE-PR, em conjunto com os demais IBAPes estaduais, se preocupa constantemente com a educação continuada e a qualificação de seus profissionais.

Com esta revista, acreditamos contribuir com a conscientização da sociedade e dos contratantes, sejam eles públicos ou privados, para que selecionem profissionais capacitados para a realização deste tipo de serviço. Com isso, contribuímos efetivamente com a valorização dos profissionais que atuam em nosso Estado.



Desejo a todos uma ótima leitura,

Luciano Ventura

Engenheiro Civil
Presidente do IBAPE-PR (Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de Engenharia do Paraná) e Diretor de Captação de Recursos do IBAPE Nacional

É com grande prazer que participo desta edição da revista do IBAPE-PR, que compartilha conhecimento técnico por meio da publicação dos artigos premiados no XIX COBREAP. Na minha opinião, este é um dos papéis mais importantes das entidades e dos conselhos de classe: colaborar com a constante evolução e excelência da expertise de nossos profissionais, por meio da disseminação de conhecimento técnico-científico.

No Crea-PR, alcançamos resultados surpreendentes com a veiculação das nossas revistas técnico-científicas (que já somam 11 publicações): somente em junho deste ano, tivemos 40 mil acessos em nossas publicações, totalizando 320 mil visualizações desde o lançamento do primeiro número.

Convido os profissionais do IBAPE-PR para participar da Revista Técnico-Científica do Crea-PR: basta que o autor do artigo seja um profissional registrado no Sistema Confea/Crea, de qualquer região do Brasil. Já os coautores, não precisam do registro. A submissão dos artigos deve ser feita diretamente no site do Conselho (www.crea-pr.org.br), onde é possível acessar critérios da política editorial e mais informações.

Parabéns IBAPE-PR pela iniciativa. Que esta revista seja de grande valia para o aprimoramento e reciclagem dos profissionais afetos ao Instituto.

Ricardo Rocha de Oliveira

Engenheiro Civil
Presidente do Crea-PR (Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Paraná)



Solo contaminado por combustíveis

Os postos de combustíveis de veículos automotores são hoje a maior fonte de contaminação de terrenos urbanos. No Brasil esta preocupação está demonstrada na sua legislação ambiental, que segue na mesma direção que outros países estão tomando há mais tempo para enfrentar este problema, uma vez que a maioria da população está envolvida com o tema, seja na necessidade de uso do terreno para moradia, comércio ou serviços e também com o abastecimento de veículos automotores. Este trabalho tem o objetivo de apresentar o risco de contaminação de solo e águas subterrâneas por combustíveis, o problema ambiental de contaminação de terrenos por hidrocarbonetos; a necessidade de remediação e seu custo; riscos à saúde, introduzindo a legislação vigente pertinente ao tema, normas construtivas e de instalação de equipamentos dos postos de gasolina. Também faz parte deste trabalho apresentar uma metodologia para explicar os custos de remediação, seu impacto no meio ambiente e potencial perda no valor da transação de compra e venda especialmente quando a recuperação de terrenos contaminados para lançamentos imobiliários está se tomando uma realidade nas grandes capitais.

1. INTRODUÇÃO

Desde a Revolução Industrial quando a poluição começou a se manifestar mais intensamente, a qualidade do solo tem sido afetada negativamente. As substâncias nocivas que entram em contato com o solo ali permanecem e podem poluir lençóis freáticos, água subterrânea, mananciais de superfície, além de afetar a biota. De fato, os poluentes ou contaminantes de uma área podem ser transportados por diferentes vias como o ar, o próprio solo, as águas subterrâneas e superficiais, alterando suas características naturais de qualidade e determinando impactos negativos e/ou riscos sobre os bens a proteger, localizados na própria área ou em seus arredores.

Assim, para eliminar ou reduzir os impactos ambientais decorrentes de contaminação é fundamental que haja o seu

reconhecimento, identificação, a avaliação dos seus riscos ao homem e ao meio ambiente, e finalmente, o controle da situação, através da remediação e monitoramento da contaminação. Esses procedimentos devem ser tomados para eliminar a fonte causadora do problema. Quanto mais rápido forem tomadas as medidas saneadoras, maior a probabilidade de recuperar os terrenos, rios, lagos e menor o impacto no futuro.

Este trabalho foca o problema da contaminação do solo e água no subsolo por hidrocarbonetos, um dos mais frequentes exemplos de passivo ambiental.

Resgatando um pouco de história, a identificação dos vazamentos de tanques metálicos de armazenamento de combustíveis como mecanismo de contaminação do subsolo e de risco para recursos hídricos subsuperficiais, tem sua origem a partir da década de 1950 nos Estados Unidos da América e, a partir da constatação (década de 1970) dos riscos para a qualidade da água subterrânea e para a saúde humana, tem sido um assunto de grande interesse para o meio técnico dos EUA.

Desde que tal problema passou a ser uma das prioridades da EPA (Environmental Protection Agency), foram identificados cerca de 1,5 milhão de tanques subterrâneos de armazenamento de combustíveis nos EUA, dos quais, cerca de 400 mil foram substituídos ou adaptados, tendo sido identificados cerca de 250 mil casos de vazamento, os quais resultaram em 97 mil propostas de remediação.

Segundo o Anuário Estatístico da Agência Nacional do Petróleo (ANP), no final de 2014, 39.763 postos revendedores de derivados de petróleo operavam no Brasil. Desses, 40,2% se localizavam no Sudeste; 23,8% no Nordeste; 20,2% na Região Sul; 8,6% no Centro-Oeste; e 7,2% na Região Norte. Os estados com maior concentração de postos são: São Paulo (22,3%), Minas Gerais (10,9%), Rio Grande do Sul (7,8%), Paraná (7,1%), Bahia (6,4%) e Rio de Janeiro (5,3%) (ANP, 2015).

Na década de 1990 o número estimado de tanques subterrâneos no Brasil era da ordem de 100 mil. Atualmente

AUTORES:

Amarilio da Silva

Mattos Jr.

Engenheiro Químico
CREA BA 11848-D

Tacito Quadros Maia

Engenheiro Civil
CREA RJ 891037617-D

esse número é estimado em mais de 110 mil. Esta elevada quantidade instalada nos centros urbanos e nas áreas rurais é um fato significativo, pois coloca em risco tanto o meio ambiente, quanto à população do seu entorno, uma vez que a maioria dos postos construídos nas décadas de 1970 e 1980 têm tanques subterrâneos de metal com vida útil em torno de 20 anos, concentrados em sua grande maioria, nas regiões de alta densidade populacional.

Segundo Ambiente Brasil (2003) das 727 áreas contaminadas identificadas pela CETESB, até outubro de 2003, 464 foram decorrentes das atividades de postos de combustíveis. Em maio de 2005 o número de áreas contaminadas identificadas no estado de São Paulo tinha crescido para 1.596, das quais 1.164 eram postos de combustível (FOLHA DE S. PAULO, 2006). Dados da CETESB de dezembro de 2014 revelam que 74% da contaminação de solo no estado de São Paulo, são provenientes desta fonte (posto de combustível), sendo o segundo lugar ocasionado por atividades industriais com 17% do total (CETESB, 2016).

É possível afirmar que um grande número de postos de combustíveis ainda utiliza tanques inadequados e com idade real muito maior que a sua vida útil projetada, ocasionando a contaminação do subsolo por vazamentos não identificados. A estatística dos acidentes demonstra os motivos de estarmos todos preocupados com este tipo de ocorrência.

Os acidentes ambientais em postos estão na sua maioria relacionados com vazamentos ou derramamento dos combustíveis, ocasionados basicamente por: falha construtiva ou de manutenção (corrosão nos tanques e tubulações subterrâneas, falta de pavimentação, drenagem, proteção dos tanques e das tubulações) ou falha operacional (procedimentos de descarga dos caminhões ou de abastecimento dos veículos de clientes).

O vazamento de derivados de petróleo no solo representa um sério risco à qualidade da água subterrânea, pois, uma vez no solo, tem um grande potencial de contaminação das águas e a permanência destes compostos torna inutilizável os terrenos para ocupação humana.

Dentre tais compostos, o grupo denominado BTEX (benzeno, tolueno, etilbenzeno e xileno) são os mais perigosos, dada sua alta mobilidade tanto na fase gasosa como na fase líquida. Tais compostos representam grande risco para a saúde humana, pois podem apresentar ação carcinogênica e mutagênica. Sua ação pode causar distúrbios de fala, visão, audição, controle dos músculos e tumores cerebrais, podendo levar à morte (SANDRES; MAINIER, 2004).

O objetivo deste trabalho é chamar a atenção de todos para a importância de evitarmos a contaminação do solo, com foco nos combustíveis, tendo como preocupação principal os riscos que esta contaminação pode causar no ser humano, no meio ambiente, impacto no potencial de uso dos terrenos e impacto no valor dos terrenos e áreas contaminadas.

1.1 Metodologia

Foi realizada ampla pesquisa bibliográfica em artigos, trabalhos, livros, normas da ABNT, legislação, normas reguladoras, manuais, resoluções, órgãos governamentais, subsidiando este trabalho, para mostrar a importância de evitarmos a contaminação e a propagação desta no solo e águas subterrâneas.

Foram consultados dados estatísticos da ANP e de órgãos ambientais estaduais como CETESB (SP), INEMA (BA), entre outros. Os compostos químicos dos contaminantes, suas características, propriedades e seus riscos à saúde foram mostrados.

Apresenta-se também a origem do problema dos vazamentos de combustíveis, pois estatisticamente os postos de combustíveis são a maior fonte de geração da contaminação. Identificam-se soluções tecnológicas para eliminar o risco de vazamento dos tanques metálicos com exemplos, fotos e fornecedores.

Expõe-se exemplo de estudo de caso ocorrido em terreno sendo transacionado, com contaminação, identificação dos contaminantes, processo de remediação (limpeza do terreno), custos da limpeza e desvalorização do bem na transação comercial.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Legislação

Em função de vários casos de contaminação do solo por combustível, a legislação vem evoluindo e foram criadas leis, decretos, resoluções e normas para proteção e monitoramento da qualidade do solo e dos recursos hídricos, nas áreas de influência dos postos de combustível.

A legislação vem evoluindo e com a Constituição Federal de 1988, no seu artigo 225, surge uma tentativa de minorar os efeitos nocivos de impactos ambientais das atividades normais da sociedade de produção e consumo que se vive hoje. Nos parágrafos 2º e 3º do artigo 225 o explorador dos recursos naturais fica obrigado a recuperar o meio ambiente e reparar eventuais danos que venham a causar.

Com a chegada do Código Civil, instituído pela Lei Federal no 10.406 de 2002, reforça a preocupação no seu artigo 1.228, parágrafo 1º, que:

O direito de propriedade deve ser exercido em consonância com suas finalidades econômicas e sociais e de modo que sejam preservados de conformidade com o estabelecido em lei especial, a flora, a fauna, as belezas naturais, o equilíbrio ecológico e o patrimônio histórico e artístico, bem como evitada a poluição do ar e das águas.

Diversas outras regulamentações surgiram no sentido de auxiliar no processo de gerenciamento de sítios contaminados. Entre elas pode-se citar: a Lei no 6.938/81 (Política Nacional de Meio Ambiente), que define a obrigatoriedade da recuperação de áreas degradadas – uma vez que estas também incluem o caso das áreas contaminadas – imposta aos poluidores identificados; a Lei no 9.605/98 (Lei de Crimes Ambientais), que no âmbito federal considera a questão ambiental como crime e passa a aplicar sanções penais e administrativas para os responsáveis pela contaminação do solo; e a Ação Civil Pública, que é disciplinada pela Lei no 7.347/85, e que pode ser utilizada como um mecanismo de ação pelo Ministério Público, caso se comprove a responsabilidade pela poluição do solo, da água subterrânea e do ar.

Apenas em 2009 surgiu uma regulamentação federal específica para o gerenciamento de áreas contaminadas. A Resolução Conama nº420, regulamentada em 28 de dezembro de 2009, estabelece diretrizes para o gerenciamento ambiental de áreas contaminadas por substâncias químicas em decorrência de atividades antrópicas. Em seu Artigo 3º, a Resolução define que “a proteção do solo deve ser realizada de maneira preventiva, a fim de garantir a manutenção da sua funcionalidade ou, de maneira corretiva, visando restaurar sua qualidade ou recuperá-la de forma compatível com os usos previstos”. A Resolução também determina em seu Artigo 22º que:

O gerenciamento de áreas contaminadas deverá conter procedimentos e ações voltadas ao atendimento dos seguintes objetivos:

- I - eliminar o perigo ou reduzir o risco à saúde humana;
- II - eliminar ou minimizar os riscos ao meio ambiente;
- III - evitar danos aos demais bens a proteger;
- IV - evitar danos ao bem-estar público durante a execução de ações para reabilitação; e
- V - possibilitar o uso declarado ou futuro da área, observando o planejamento de uso e ocupação do solo.

Destaca-se também a utilização de Termos de Ajustamento de Conduta (TAC), entre órgão ambiental e empresas, como uma iniciativa que tem dado bons resultados no estado do Rio de Janeiro no que se refere ao gerenciamento de áreas contaminadas, pois o referido instrumento pode ser utilizado para obrigar as atividades com elevado potencial de contaminação a realizarem diagnóstico e recuperação de áreas contaminadas. Este instrumento surgiu com a medida provisória nº 1.949-24/00, relacionada à Lei nº 9.605/98, e tem como finalidade permitir a adequação das empresas às exigências legais.

O Conselho Nacional de Meio Ambiente (Conama), publicou a Resolução nº 273 em 29 de novembro de 2000, que dispõe sobre instalação e operação de postos de combustível. No seu artigo 3º, a resolução determina que os equipamentos e sistemas para armazenamento e distribuição de combustíveis deverão ser avaliados e testados com periodicidade não maior

que cinco anos. Os testes devem garantir que não haja falhas ou vazamentos.

Muitos órgãos ambientais brasileiros, a exemplo da CETESB (SP), utilizam padrões baseados na lista holandesa, que determina o nível de contaminação aceitável (S) do solo e da água subterrânea para vários possíveis contaminantes.

Por exemplo, em águas subterrâneas, o valor de referência de cada composto BTEX (Benzeno, Tolueno, Etilbenzeno e Xileno) é de 0,0002 mg/L. No caso de solo, estes valores podem variar de 0,01 a 0,05 mg/kg. Os padrões de potabilidade são definidos pela Portaria nº 518 do Ministério da Saúde, onde estão definidos os valores máximos para os compostos do BTEX (0,005, 0,17, 0,2 e 0,3 mg/L, para Benzeno, Tolueno, Etilbenzeno e Xileno respectivamente).

Para evitar vazamento de combustíveis, novas normas de construção e instalação de tanques subterrâneos foram emitidas pela ABNT para prevenir vazamento dos tanques no subsolo.

ABNT NBR 16161:2015 – Armazenamento de líquidos inflamáveis e combustíveis – Tanque metálico subterrâneo – Especificação de fabricação e modulação.

ABNT NBR 13781:2009 – Armazenamento de líquidos inflamáveis e combustíveis – Manuseio e instalação de tanque subterrâneo.

ABNT NBR 13783:2014 – Armazenamento de líquidos inflamáveis e combustíveis – Instalação dos componentes do sistema de armazenamento subterrâneo de combustíveis (SASC).

A legislação brasileira exige licença ambiental para os postos de combustíveis emitida pelos órgãos ambientais competentes.

2.2 Principais compostos químicos e seus riscos à saúde

Na composição de um combustível pode haver até 400 componentes e resulta da mistura de vários compostos e produtos orgânicos acrescidos de aditivos antioxidantes, detergentes e oxigenados, como, por exemplo o etanol. Em contato com o solo podem permanecer livres ou em mistura, em estado líquido, gasoso ou sólido. Os compostos são complexos e têm propriedades físico-químicas variáveis, cujo comportamento no solo demanda estudo e avaliação criteriosa.

Dentre os componentes mais poluentes do combustível estão o benzeno, tolueno, etilbenzeno e xileno, mais conhecidos como BTEX.

Estes compostos são considerados muito perigosos por serem depressores do sistema nervoso e a contaminação pode ocorrer por inalação, via oral ou dérmica (pele). De acordo com Siedlieckie e Cava (2008), o benzeno é, com toda certeza, o pior deles e os estudos de laboratório e em animais demonstram que é comprovadamente carcinogênico

podendo causar leucemia, anemia, aumento do risco de tumores em órgãos, desordens mentais e várias outras doenças ligadas ao sistema nervoso central.

Assim, quando ocorrem vazamentos em tanques, tubulações, filtros e bombas de gasolina, ou óleo diesel ou mesmo contaminações esporádicas de lavagens de carros e caminhões, troca de óleo, caixas separadoras de óleo, etc., os hidrocarbonetos geram quatro tipos de contaminações no meio ambiente: a fase livre onde o contaminante permanece em seu estado original (líquido); a fase gasosa, que é gerada pela evaporação do contaminante; a fase residual que permeia os interstícios e descontinuidades do solo e da rocha; e a fase dissolvida na água subterrânea formando plumas a partir da origem, que se propagam com o fluxo do lençol freático.

Esses vazamentos atingem o solo e a água subterrânea contaminando fontes de abastecimento de água com produtos tóxicos. Por ser pouco solúvel na água, a gasolina derramada ficará no subsolo como líquido na fase não aquosa. Em contato com água do subsolo, esta (gasolina) se dissolve parcialmente. A presença de etanol na gasolina aumenta a solubilidade do BTEX, dificulta a biodegradação natural e aumenta a persistência do BTEX na água do subsolo.

Dentre os componentes mais solúveis da gasolina estão os hidrocarbonetos monoaromáticos (apenas um anel benzênico): benzeno, tolueno, etilbenzeno e xileno (BTEX), sendo um dos primeiros a atingir o lençol freático.

Compostos oriundos do óleo diesel (de 6 a 22 carbonos) e óleos lubrificantes, possuem cadeias mais longas, o que contribui para menor mobilidade e solubilidade na água subterrânea, quando comparados com a gasolina. Os hidrocarbonetos aromáticos policíclicos (mais de um anel benzênico) também são considerados carcinogênicos.

2.3 Monitoramento e prevenção

A detecção da contaminação torna-se assim, muito importante, a fim de que se tomem providências para contê-la, evitando seu espalhamento no ambiente, bem como sejam iniciados os procedimentos de limpeza do subsolo.

Sem dúvida a melhor solução e a menos onerosa para os problemas de contaminação é a prevenção. Uma das formas de se evitar vazamentos por falha ou falta de manutenção nos antigos tanques enterrados é trocá-los por novos, de nova tecnologia.

Os novos tanques (jaquetados) são construídos para prevenir que vazamentos cheguem ao solo ou subsolo. Tanque jaquetado é um tanque construído com duas paredes e um espaço entre elas. Sua construção é baseada na norma NBR 16161 (2015).

O tanque primário (interno) é construído em aço carbono. O tanque secundário (externo) é construído em resina poliéster e reforçado com fibra de vidro resistente a hidrocarbonetos. Sua segunda parede funciona como uma barreira de contenção contra eventuais vazamentos para o meio ambiente, podendo suportar a retenção de combustíveis como gasolina, diesel,

etanol e metanol. Possui tubo de monitoramento e permite instalação de sensor eletrônico que detecta qualquer possível vazamento.

Figura 1 – Tanque jaquetado visão externa
Fonte: Os autores (2018).



Figura 2 – Tanque jaquetado visão interna. Parte azul de resina poliéster, parte cinza de metal e parte amarela é o enchimento entre as duas paredes. Fonte: Os autores (2018).



2.4 Remediação

No caso do subsolo de um posto de gasolina ou terreno vizinho estar contaminado deve-se confirmar a suspeita e, para isto, deve-se contratar uma empresa especializada para diagnosticar a origem ou fonte e planejar a remediação. O especialista deverá seguir as seguintes etapas (HAUS, 2014):

1. Suspeita de contaminação: normalmente se inicia com algum incômodo ou inconveniente causado pelo cheiro.

2. Fazer um diagnóstico preliminar: o especialista faz uma inspeção visual no local e na área em volta e entrevista os proprietários e vizinhos. Levanta o histórico de uso das áreas do entorno.

3. Técnicas para confirmar o diagnóstico: para se encontrar alguma fonte ou vazamento deve-se buscar os indícios de contaminantes. Para isto deve-se usar a técnica de Soil Gas Survey (pesquisa do solo para gases voláteis). São perfurações no solo com diâmetro pequeno para medição da concentração de compostos orgânicos voláteis.

Se positivo, o processo de investigação deve continuar. O processo pede sondagens, novos poços de monitoramento (maior diâmetro), coleta de amostras do solo e subsolo, coleta de amostras de água subterrânea.

As análises mais comuns do subsolo e água subterrânea para combustíveis são:

- > BTEX – Benzeno, Tolueno, Etilbenzeno e Xileno
- > PAH – Hidrocarboneto Aromático Policíclico
- > TPH – Hidrocarboneto Total do Petróleo

4. Fazer uma análise de risco: se os resultados das amostras estiverem acima dos limites aceitáveis (Lista da Holanda) uma avaliação de risco deve ser feita. Como referência de análise de risco pode-se usar a Decisão de Diretoria da CETESB (SP) no 263/2009, ou alguma outra metodologia de análise de risco.

Cita-se como exemplo:

- APR – Análise Preliminar de Riscos
- APP – Análise Preliminar de Perigos
- What-if – E se ocorrer
- HAZOP – Hazard and Operability Study – Análise de Perigo e Operacionalidade
- FMEA – Fail Mode & Effect Analysis ou, em português AMFE (Análise de Modos de Falhas e Efeitos)
- RBCS – Risk Based in Corrective Actions – Ações Corretivas com Base em Riscos

Para o emprego dessas técnicas utiliza-se uma sistemática técnico-administrativa que inclui princípios de dinâmica de grupo e que pode ser replicado periodicamente.

5. Executar a remediação: a execução da remediação pode ser feita de três formas, dependendo de cada caso e do custo:

- *In situ* (no local da contaminação)
- *Ex situ* (fora do local da contaminação)
- Combinação de *in situ* e *ex situ*

As técnicas de remediação mais utilizadas são:

- *Pump & Treat* – Bombear e Tratar
- *Multiphase Extraction* (MPE) – Extração Multifase
- *Soil Vapor Extractions* (SVE) + *Injection Air Sparging* (IAS) – Extração de vapor orgânico misturado ao solo, através de injeção de ar em torno do local.
- *In Situ Chemical Oxidation* (ISCO) – Oxidação química no local.
- Biorremediação – Utiliza-se de enzimas ou bactérias.
- Remoção e tratamento do solo (*ex situ*) – Esta técnica

remove o solo contaminado para ser tratado em outro local.

6. Monitorar durante um período: para garantir que a contaminação vai diminuir ao longo do tempo, deve-se acompanhar os poços de monitoramento por dois anos ou por dois ciclos hidrológicos completos. A eliminação, tratamento ou diluição vai ocorrer e diminuir os contaminantes a níveis aceitáveis sem risco para a população, solo, subsolo ou água subterrânea.

2.5 Custos de remediação

O custo de remediação pode variar muito em função do tipo de contaminação, extensão e método de remediação. Em ordem de grandeza pode variar muito chegando até a mais de R\$ 1 milhão de reais. O maior custo na remediação será quando houver necessidade de retirar o material do solo para ser tratado ou queimado em outro local (*Ex situ*). Na maioria destes casos, a recuperação se torna inviável para novos empreendimentos imobiliários, pois há uma grande movimentação de terra contaminada para incineração ou para aterro específico com custos elevados.

A tecnologia de descontaminação vem avançando e diminuindo estes custos. Em função do valor do terreno, o custo de remediação ainda pode permitir que a transação seja viável. Porém, isto ocorre apenas para certos nichos de mercado ou locais de grande concentração urbana onde a escassez de terrenos pode elevar seu valor, e o custo menor de remediação viabiliza o empreendimento imobiliário.

3. ESTUDO DE CASO

3.1 Considerações iniciais

Com a evolução da tecnologia de limpeza e remediação do solo e de águas subterrâneas, terrenos conhecidamente contaminados passaram a ganhar valor pela escassez da oferta de terrenos em centros urbanos e pelo menor custo de remediação desta contaminação.

Remediação de terrenos contaminados, com a queda dos custos de remediação, passou a ser um fator positivo no mercado imobiliário. A escassez de terrenos grandes e vazios em centros urbanos tem levado investidores a comprar estes tipos de terrenos e investir na remediação para futuros empreendimentos imobiliários.

Isto se deve à severa expansão do mercado imobiliário nos últimos anos, associado à pequena oferta de terrenos livres para compra. Os incorporadores, que atuam no mercado imobiliário da cidade de São Paulo, sentiram a necessidade de aumentar seu estoque de terrenos, objetivando aumentar seus lucros e suprir a demanda existente. Para que a necessidade de compra do mercado fosse atingida, os investidores do

setor deram início à busca de terrenos em áreas anteriormente ocupadas por postos de abastecimento de combustíveis e grandes indústrias desativadas.

De maneira geral, pode-se dizer que as áreas citadas anteriormente possuem, em sua grande maioria, contaminações no solo e nas águas subterrâneas, ocasionando restrições no uso e ocupação do terreno. Se existirem indícios fortes de não conformidades ambientais severas, já nesta etapa da investigação pode-se optar por não prosseguir no desenvolvimento imobiliário.

Os resultados dos estudos apresentados pela CETESB, em dezembro de 2013, mostraram crescimento de modo exponencial. Em maio de 2002 haviam 255 áreas cadastradas com problemas de contaminação, e em dezembro de 2013 esse número saltou para 4.771.

É nesse contexto que, a partir da aquisição de terreno contaminado com hidrocarbonetos, passou-se a estudar formas de descontaminação para viabilizar a edificação de novo condomínio vertical na cidade de São Paulo. Neste novo nicho de mercado, algumas empresas têm por objetivo específico a realização de investigações ambientais para caracterização dos contaminantes e discutir o método adotado para reparar a área a fim de se obter a autorização para construção da edificação.

3.2 Estudo de caso

Um certo terreno estava sendo vendido para uma construtora com objetivo de construir um prédio comercial. Foi percebido que havia um cheiro (intermitente) no ar, semelhante ao de combustível, durante a visita do vendedor e comprador. Para tirarem dúvida sobre o que estava ocorrendo, decidiram chamar um perito para avaliar a fonte do odor. Para estes casos as etapas a serem seguidas são:

- 1) Suspeita de contaminação.
- 2) Fazer um diagnóstico preliminar.
- 3) Técnicas para confirmar o diagnóstico.
- 4) Fazer uma análise de risco.
- 5) Definir a execução da remediação.
- 6) Monitorar durante um período.

O perito contratado visita o terreno e identifica que há um posto de combustível a cerca de cinco casas do terreno em discussão. A vistoria ao posto é planejada. A visita acontece em diversos dias e horários, durante as diferentes operações e atividades do posto de gasolina. Assim, o perito acompanha o abastecimento de carros e caminhões, descarga de combustível (caminhão tanque), troca de óleo, lavagem de carros, drenagem de todas as áreas do posto, sistema de canaleta, contenção em caso de vazamento, entre outras.

Durante estas visitas, o perito entrevista o maior número de funcionários que pode, coletando vários depoimentos sobre a operação do posto. Pede também os desenhos dos equipamentos e tanques de combustível, onde identifica que os tanques são subterrâneos, alguns bem antigos e outros mais

novos. Um dos tanques de gasolina comum tem mais de 30 anos, construído em aço carbono, e sem as funcionalidades de tanque novo, como parede dupla (jaquetado), sensores de vazamentos entre as paredes do tanque (ver Figuras 1 e 2), material de construção entre outras.

Nas entrevistas com os funcionários, descobre-se que todo mês o balanço do inventário ou fechamento do combustível gasolina comum dá uma diferença para menos, criando um cenário de perda ou de roubo. Por dedução, porém sem comprovação, o perito leva o relatório parcial ao dono do posto, relatando que há possibilidade de um vazamento de gasolina do tanque antigo e que estaria permeando para o terreno vizinho. O dono do posto confessa que já desconfiava e se comprometeu a trocar o tanque em prazo curto.

O perito retorna aos dois clientes (vendedor e comprador) e relata o que descobriu. Comenta que mesmo eliminando a fonte ou origem do vazamento no prazo de 90 a 120 dias, não cessa a possível contaminação no solo e subsolo do terreno avaliando (e possivelmente outros terrenos ou imóveis vizinhos).

Para concluir a transação imobiliária, comprador e vendedor acordam que irão confirmar a contaminação e, se positivo, descontaminar o terreno e que os custos serão arcados pelo vendedor ou proprietário do terreno.

O mesmo perito, com formação em engenharia química, é contratado para descontaminar o terreno. Seguindo a etapa 3 (confirmar o diagnóstico) e identificar o contaminante, o perito decide usar o processo de sondagem manual helicoidal perfurando um pequeno poço com 10 cm de diâmetro. Amostras de solo e de vapor são coletadas no poço e analisados por cromatografia. É confirmada a contaminação e os produtos são identificados como gasolina e seus componentes.

Neste momento o vendedor e comprador se reúnem e definem que concordam em avançar com a investigação, com ônus da descontaminação para o vendedor.

Uma vez confirmado o diagnóstico e o contaminante, a próxima etapa (4ª etapa), aprovada pelo vendedor é fazer uma análise de risco. A conclusão da análise de risco é que se deve eliminar o máximo que seja possível do contaminante do solo, para evitar mais contaminação do lençol freático com BTEX que é altamente tóxico. Deve-se eliminar também a fonte do vazamento (trocar o tanque do posto).

No caso, foi selecionada a remediação (5ª etapa) in situ ou no local e o método escolhido foi o da Multiphase Extraction ou Extração em Fases Múltiplas. A ideia é retirar o máximo possível em seis meses com três poços para não atrasar o possível início das obras do prédio (terraplanagem, fundação) e minimizar a contaminação do solo.

É importante que em paralelo ao processo de remediação, a troca do tanque furado no posto de

combustível seja efetuada. Caso contrário a descontaminação fica comprometida, sem eliminar a fonte contaminante.

A técnica extrai várias combinações de água subterrânea contaminada, separando a fase orgânica (combustível) e vapores. O sistema abaixa o nível do lençol freático em volta do poço, expondo uma área maior para extração de vapores orgânicos. Acima do solo, o líquido e vapores orgânicos extraídos passam por separadores para tratamento.

Prosseguindo com a 5ª etapa (executar a remediação), os equipamentos são alugados e uma equipe de campo contratada para executar os serviços. O custo envolvido monta em torno de R\$ 28.500,00 por mês, durante seis meses, incluindo mão de obra, aluguel dos equipamentos (compressores, trado, separadores), diesel, análise da água em laboratório entre outros. A seguir uma estimativa mensal detalhada dos custos:

Descrição	Custo Mensal
Aluguel equipamentos (diesel)	R\$ 11.000,00
Análise de laboratório	R\$ 3.000,00
Mão de obra (2 técnicos, 8 horas por dia)	R\$ 6.000,00
Perito (eng. químico 1 hora por dia)	R\$ 7.000,00
Despesas indiretas	R\$ 1.500,00
Total	R\$ 28.500,00/mês

O custo acima é uma estimativa, porém sempre poderão haver imprevistos que podem aumentar este valor.

Após seis meses, a 6ª etapa (monitoramento) inicia com monitoramento dos poços e acompanhamento das análises de contaminantes na água. Quando a obra do prédio iniciar espera-se ter eliminado a maior parte do contaminante e o restante deve ter sido solubilizado na água subterrânea. Durante a escavação para a fundação, o método MPE (Multiphase Extraction) ainda pode estar em operação com coleta e tratamento da água nos poços da fundação.

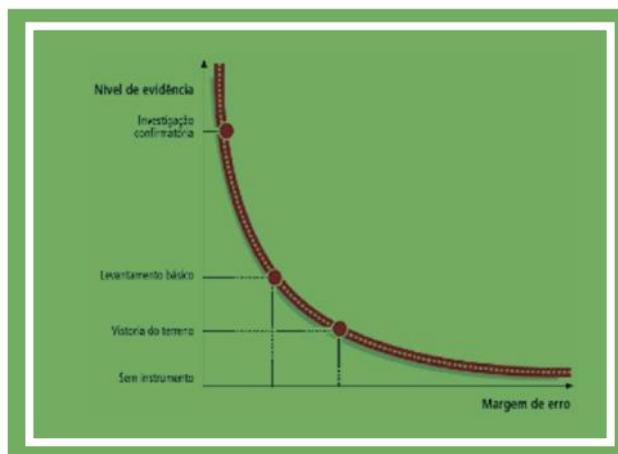
Com a conclusão do trabalho de remediação, fica definido o custo a ser deduzido da transação de venda do terreno.

Valor de avaliação do terreno	R\$ 4.000.000,00
Custo da sondagem	- R\$ 10.000,00
Custo da remediação	- R\$ 171.000,00
Custo do avaliador (50%)	- R\$ 10.000,00
Custo do perito (100%)	- R\$ 20.000,00
Valor final do terreno	R\$ 3.789.000,00

A relação entre margem de erro e complexidade de investigação nas etapas de gerenciamento de risco ou avaliação da extensão da contaminação relacionados a áreas contaminadas podem ser vistas na Figura 3 a seguir.

Por analogia, pode-se afirmar que quanto menor a margem de erro, maior será o custo de investigação / remediação, pois busca confirmar e encontrar mais evidências, o que vai onerar a investigação.

Figura 3 – Relação entre margem de erro e complexidade de investigação nas etapas de gerenciamento de riscos relacionados a áreas contaminadas



Fonte: Caixa Econômica Federal; GTZ (2008, p. 47). <http://www.caixa.gov.br/Downloads/desenvolvimento-urbano-gestao-ambiental/GuiaCAIXA_web.pdf>. Acesso em: 30 jun. 2018.

4. CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES

Embora as técnicas de recuperação ou remediação do meio ambiente tenham avançado bastante, a prevenção ainda é a melhor forma de conservação dos recursos naturais e de proteger a saúde do ser humano.

Apenas três estados brasileiros (SP, MG e RJ) têm hoje publicada a lista de áreas contaminadas. O estado de São Paulo tem 328 áreas cadastradas como contaminadas, sendo 74,3% de postos de combustíveis. Em Minas Gerais, são 250 de 378 áreas cadastradas como contaminadas, ou seja, 66,1% são áreas contaminadas por postos de combustíveis (WELLS, 2016).

Esta estatística recente corrobora a estatística da ANP de 2015 e demonstra como os postos de combustíveis são a fonte da maioria das áreas contaminadas nos centros urbanos do país. Nos outros estados não deverá ser muito diferente, mesmo não tendo estatística.

Fica demonstrado através dos dados estatísticos encontrados, que a maioria dos contaminantes de terrenos urbanos vem de postos de combustíveis, não se restringindo a estes. A alta probabilidade de ocorrência de vazamento de combustíveis, devido ao alto número de tanques enterrados, feitos de aço carbono, são a origem do problema.

No passado os tanques de aço carbono eram projetados apenas para armazenar combustíveis. Itens que hoje são considerados imprescindíveis, como: segurança, resistência à corrosão, inspeção interna, responsabilidade social, entre outros, não eram levados em consideração.

Desta forma tem-se um rastro de contaminações ambientais causadas pelo vazamento destes tanques projetados no passado e que muitos dos estabelecimentos em funcionamento ainda não os substituíram.

No entanto, a tecnologia já encontrou solução duradoura

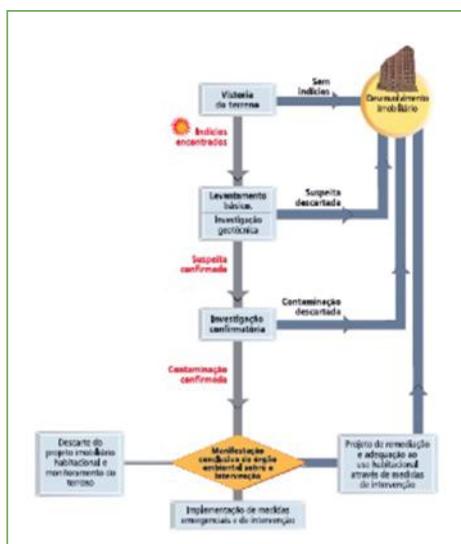
e segura, que é a recomendação de novos tanques jaquetados (parede dupla), que identifica o vazamento antes que alcance o solo e o lençol freático.

Os dados de literatura sobre os contaminantes e seus efeitos nocivos sobre o meio ambiente e saúde do homem são esclarecedores. O vazamento de combustíveis tem sido levado a sério pelos órgãos ambientais e a legislação tem evoluído e acompanhado a preocupação de todos com o problema de vazamento e contaminação do solo e águas subterrâneas.

Recomenda-se o uso do Guia da Caixa Econômica Federal – Sustentabilidade Ambiental – Avaliação Ambiental de Terrenos com Potencial de Contaminação, onde na página 49 vê-se um fluxo que descreve de forma bem clara como os avaliadores e peritos devem proceder em casos de contaminação de terrenos ou imóveis.

Figura 4 – Procedimento de gerenciamento de terrenos contaminados ou com suspeita de contaminação e intenção de reabilitação para uso residencial

Fonte: Caixa Econômica Federal: GTZ (2008, p. 49). <http://www.caixa.gov.br/Downloads/desenvolvimento-urbano-gestao-ambiental/GuiaCAIXA_web.pdf>. Acesso em: 30 jun. 2018.



Os avaliadores de imóveis e terrenos urbanos devem estar cientes de como proceder nos casos de terrenos contaminados ou com potencial de estarem contaminados.

Demonstra-se também que um terreno urbano que esteja contaminado ou tenha indícios ou risco de estar contaminado, vai valer menos para seu proprietário no caso de venda ou pode sofrer restrição, se houver necessidade de obter licença ambiental para implantar algum tipo de empreendimento.

Pode-se usar o checklist de Levantamento de Indícios de Contaminação (LIC), criado pela Febraban e em uso como prerequisite para financiamento bancário. O LIC pode ser encontrado no site da Febraban.

A ética exige que se emita o laudo de avaliação sem ocultar ou omitir potenciais passivos que no futuro podem vir a causar transtornos para o engenheiro de avaliação ou perito que assina a ART.

“Faça o que é certo, não faça o que é fácil – o nome disso é Ética.”. Na avaliação de terrenos ou imóveis urbanos o profissional deve informar no laudo ou parecer técnico se há passivo ambiental ou probabilidade de existir. Em ambos os casos, se for do conhecimento do avaliador, informar se há riscos ou possibilidade de ter contaminação do solo, subsolo ou água do subsolo por combustíveis (ou qualquer outro contaminante) de origem remota.

Recomenda-se ao comprador de terrenos e áreas que seja bastante cauteloso sempre que for adquirir um imóvel, pedindo sempre uma avaliação, vistoria ou, dependendo do que vai fazer no imóvel, contratar uma avaliação de riscos.

Como sugestão, o avaliador deverá levar em consideração no seu checklist de avaliação, inspeção e vistoria os seguintes pontos:

- Avaliar qual a probabilidade de termos uma contaminação no solo. Seguir um checklist (LIC, CETESB ou Guia da CEF).
- Olhar a vizinhança para depósitos, indústrias, antigos galpões, postos, lixões, áreas comerciais de produtos químicos ou locais de descarte de lixo. Fazer a caracterização do local e da vizinhança.
- Consultar o órgão ambiental para saber o histórico do terreno, quais as licenças anteriores e quais as atividades que já funcionaram no local.
- Pedir a licença de operação de antigos galpões (circunvizinhos) e locais de armazenamento de produtos químicos.
- Pedir a lista de produtos manuseados no terreno pelos antigos donos do imóvel em questão e dos imóveis vizinhos.
- Avaliar potenciais contaminantes (combustíveis e outros).

Recomenda-se que o avaliador ou perito utilize literatura e material existente, citados com fatura na bibliografia deste trabalho, como, por exemplo, o Guia de Sustentabilidade Ambiental da Caixa Econômica Federal – Avaliação Ambiental de Terrenos com Potencial de Contaminação. Este guia tem um material extenso que mostra como lidar com a vistoria, identificação, diagnóstico, confirmação e remediação. Tem também um exemplo preenchido da página 130 a 160, que pode ser seguido como roteiro de avaliação ou perícia.

Outra referência a ser seguida é o processo e fluxo do Procedimento para Gerenciamento de Áreas Contaminadas da CETESB, artigo 1º da Decisão de Diretoria 103/2007/C/E de 22 de junho de 2007. O Fluxograma das páginas 29 e 30 do procedimento mostra como a CETESB irá atacar o problema de forma técnica e bem estruturada.

Conclui-se, sem surpresa, que a contaminação é uma variável depreciativa do imóvel. O mercado vai se comportar de forma a desvalorizar o imóvel. Sua identificação é difícil, necessita de etapas técnicas e muitas vezes onerosas. Não existe uma fórmula que possa ser aplicada e usar um fator depreciativo para calcular o valor do imóvel. Em cada caso a avaliação será impactada de forma diferente. Este trabalho é apenas uma coletânea de trabalhos, artigos, normas, casos e exemplos que devem ser utilizados pelo profissional quando atuar em casos de terrenos contaminados.

Depreende-se também que a fonte mais frequente de contaminação do solo e lençol freático são os tanques subterrâneos de postos de combustível.

Espera-se ter esclarecido e aumentado a preocupação de todos, principalmente os profissionais da área, peritos e avaliadores com relação aos riscos de contaminação e aos trabalhos que devem ser executados de forma coerente e idônea.

Esvaziamento do valor econômico de imóvel situado em área de preservação permanente

AUTORES:

José Octavio de Azevedo Aragon
Engenheiro Agrônomo
CREA SC 030212-7

Norberto Hochheim
Engenheiro Civil
CREA SC 014029-0

1. INTRODUÇÃO

A partir de uma situação concreta o trabalho apresenta um estudo de caso onde se discute a possibilidade de um imóvel ter valor de mercado igual a zero, em razão de restrições ambientais que impossibilitem qualquer tipo de utilização ou aproveitamento econômico deste.

Também faz uma abordagem sobre a previsão legal para isenção ou redução do Imposto Territorial Urbano como compensação ou pagamento pelos serviços ambientais oferecidos por áreas de preservação permanente.

O valor de mercado aqui referido é o que consta na NBR 14653-1 no item 3.44: “Quantia mais provável pela qual se negociaria voluntariamente e conscientemente um bem, numa data de referência, dentro das condições do mercado vigente.”

2. CONTEXTUALIZAÇÃO

O imóvel que motivou este estudo de caso é constituído por um terreno sem edificações com área aproximada de 10.000 m². Está localizado dentro de um loteamento urbano, atravessado por um rio com largura de 6 metros, o que obriga a manutenção de uma faixa de mínima com 30 metros de largura em cada margem como área de preservação permanente (Figura 1). O imóvel está situado integralmente dentro desta faixa de 30 metros contada a partir de cada margem do rio. A área não limita com nenhum imóvel particular, mas apenas com vias públicas, tendo rio a dividi-la.

Na fase anterior ao loteamento a área estava totalmente desmatada, com vegetação composta por gramíneas e herbáceas de pequeno porte e era utilizada para pastejo de animais.

Durante a fase de liberação do projeto junto à Prefeitura Municipal o órgão ambiental do município exigiu por parte da empresa a elaboração de um Plano de Recuperação de Área Degradada (PRAD) para reintrodução de espécies arbóreas nativas e que a matrícula da área fosse individualizada.

Após a execução do PRAD e acompanhamento pelo período de três anos, restou ainda para o proprietário a obrigação de zelar pela preservação das funções ambientais

da área. A vegetação predominante na área atualmente é da espécie *Mimosa bimucronata* (maricá, espinheira-de-maricá, pé-de-silva), um arbusto arborescente espinhento e bastante agressivo.

Sendo área de preservação permanente, esta tem por principal característica ser non aedificandi e a não admissão de qualquer tipo de intervenção. Contudo, para fins de tributação, a Prefeitura Municipal atribuiu um valor substancial à área, sobre o qual pretendeu realizar a cobrança de Imposto Territorial Urbano.

A base de cálculo do ITPU é o valor venal do imóvel segundo o artigo 33 do Código Tributário Nacional (CTN) (BRASIL, 1966), o que pressupõe, portanto, que o imóvel tem valor de mercado não nulo.

Para determinar o valor venal deste imóvel procurou-se inicialmente aplicar o método comparativo direto de dados de mercado, conforme preconizado pela NBR 14653-2. Na pesquisa de dados do mercado imobiliário local as informações foram fornecidas por corretores e imobiliárias, constituindo, portanto, premissas aceitas como corretas.

É importante citar que a área foi colocada à venda, não se encontrando interessados e que a própria prefeitura do município recusou-se a recebê-la como doação.

Também não se encontrou nenhuma possibilidade de uso da área na forma de compensação ambiental, em razão desta já estar vinculada a uma obrigação do loteador, a um Plano de Recuperação de Área Degradada, e que esta condição está expressa na matrícula.

As pesquisas indicaram a inexistência de mercado para o imóvel avaliado, que tem total falta de liquidez.

Os motivos para este comportamento do mercado devem-se às características ambientais da área que são adiante explicitadas e analisadas à luz da legislação.

Figura 1 – Foto mostrando parte do imóvel, com o rio e suas margens já bastante arborizadas com predominância de *Mimosa bimucronata*.



3. Análise da legislação incidente e possibilidades de redução ou isenção de IPTU

O Imposto sobre a Propriedade Predial e Territorial Urbana (IPTU) tem como fato gerador a propriedade em perímetro urbano. Isso é o que consta do artigo 32 do CTN (BRASIL, 1966):

Art. 32. O imposto, de competência dos Municípios, sobre a propriedade predial e territorial urbana tem como fato gerador a propriedade, o domínio útil ou a posse de bem imóvel por natureza ou por acessão física, como definido na lei civil, localizado na zona urbana do Município.

Já o artigo 33 do CTN diz que: "A base do cálculo do imposto é o valor venal do imóvel."

Por sua vez, o valor venal é conceituado, segundo Harada (2008, p. 243) como "aquele preço que seria alcançado em uma operação de compra e venda à vista, em condições normais do mercado imobiliário, admitindo-se a diferença de até 10% para mais ou para menos."

Deve-se salientar que sendo o preço ditado pela necessidade de venda do imóvel em dinheiro à vista e em curto espaço de tempo, ele pode ser inferior ao valor de mercado do imóvel.

Conforme Souza (2016), existe entendimento de que "a melhor interpretação do artigo 32 do CTN seria que o que deve justificar a cobrança do tributo não é a propriedade em si, mas a possibilidade de uso do imóvel."

Assim, imóveis situados em APP, não tendo possibilidade de uso, deveriam ter isenção de IPTU.

A possibilidade de isenção de tributos está prevista no Código Tributário Nacional, que admite através de legislações específicas:

Art. 176. A isenção, ainda quando prevista em contrato, é sempre decorrente de lei que especifique as condições e requisitos exigidos para a sua concessão, os tributos a que se aplica e, sendo caso, o prazo de sua duração. Parágrafo único. A isenção pode ser restrita a determinada região do território da entidade tributante, em função de condições a ela peculiares.

Além do disposto no CTN já existe na legislação brasileira outras matérias que podem abrigar a isenção de IPTU em áreas de APP.

Esta isenção se enquadra nas compensações previstas no princípio protetor-recebedor previsto na Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, artigo 6º, instituidora da Política Nacional de Resíduos Sólidos (BRASIL, 2010):

"Art. 6º São princípios da Política Nacional de Resíduos Sólidos:

[...]

II - o poluidor-pagador e o protetor-recebedor;"

Cumprido frisar, nesse mesmo sentido, o disposto no artigo 1º-A, parágrafo único, VI, da mesma lei, que nada mais é do que a aplicação prática do princípio em análise:

Art. 1º-A. Esta Lei estabelece normas gerais sobre a proteção da vegetação, áreas de Preservação Permanente e as áreas de Reserva Legal; a exploração florestal, o

suprimento de matéria-prima florestal, o controle da origem dos produtos florestais e o controle e prevenção dos incêndios florestais, e prevê instrumentos econômicos e financeiros para o alcance de seus objetivos. Parágrafo único. Tendo como objetivo o desenvolvimento sustentável, esta Lei atenderá aos seguintes princípios: **VI - criação e mobilização de incentivos econômicos para fomentar a preservação e a recuperação da vegetação nativa e para promover o desenvolvimento de atividades produtivas sustentáveis.**

Faganello (2007, p. 28) faz referência às espécies de compensações financeiras cabíveis no caso do princípio protetor-recebedor para os atores protetores do patrimônio ambiental:

De acordo com o princípio do protetor-recebedor, o agente público ou privado que protege um bem natural em benefício da comunidade, devido a práticas que conservem a natureza, deve receber benefícios como incentivo pelo serviço de proteção ambiental prestado. São exemplos de tais benefícios: a compensação – a transferência de recursos financeiros dos beneficiados de serviços ambientais para os que, devido a práticas que conservem a natureza, fornecem esses serviços; o favorecimento na obtenção de crédito; a garantia de acesso a mercados e programas especiais; a **isenção de taxas e impostos** e a disponibilização de tecnologia e capacitação, entre outros.

De modo mais contundente, conforme mencionado por Ribeiro (2012), deve-se registrar que no ordenamento jurídico brasileiro, além dos mencionados dispositivos que tratam do princípio do protetor-recebedor, já existe exemplo em alguns municípios da modalidade do referido princípio na versão protetor-não pagador, **através da redução das alíquotas de Imposto Predial e Territorial Urbano (IPTU)**. Ressalta também o exemplo de Curitiba, que ofereceu tal incentivo para aquelas áreas que sejam cadastradas e reconhecidas pela prefeitura como áreas verdes privadas.

Isto mostra que na realidade, não somente a impossibilidade de usufruir do imóvel e dele obter renda justificaria a isenção ou redução de tributos em área de preservação permanente, mas deve ser salientado o aspecto dos benefícios que a preservação das funções ambientais da área gera para a sociedade.

Estes benefícios, muito embora não sejam usualmente considerados na avaliação do imóvel por normalmente não agregarem importância ao seu valor de mercado, podem ser mensurados através dos métodos de valoração ambiental citados na parte 6 da Norma de Avaliação de Bens – NBR 14.653-6, Recursos Naturais e Ambientais. Um dos benefícios a ser considerado na valoração ambiental é o Valor de Uso Indireto (3.6.1.2.), que pode ser atribuído à vegetação nativa existente na área pelo bem-estar que ele proporciona através de suas funções ecossistêmicas, como, por exemplo:

- Regulação térmica;
- Proteção do solo nas margens do rio;

- Retenção da água das chuvas;
- Manutenção da permeabilidade do solo;
- Abrigo da fauna;
- Estoque de carbono retido na mata.

O valor de uso indireto pode ser mensurado através do Método da Valoração Contingente (item 8.5.6 da norma 14653-6), que no caso, identificaria a disposição a pagar dos indivíduos pela preservação de um recurso ambiental. Estes valores são obtidos com base em mercados hipotéticos, simulados por intermédio de pesquisa de campo, que indagam diretamente ao entrevistado sobre a sua disposição a pagar ou a receber pelas variações quantitativas ou qualitativas no recurso ambiental.

Desta forma, a isenção total ou parcial dos tributos, que são pagos pelas propriedades para que sejam realizadas obras de melhorias ou de manutenção pela municipalidade, se justificaria pelo quanto a sociedade estaria disposta a abrir mão do valor destes impostos, como compensação ou remuneração dos serviços ambientais prestados pela área de preservação permanente, pelos quais a sociedade é beneficiada.

Contudo, de modo geral, as maneiras como são precificados os bens na atualidade ainda não incorporam os valores mensurados pelos métodos de valoração ambiental e as novas propostas de remuneração e punição trazidas pela legislação. Assim, os benefícios e as perdas, gerados respectivamente pela conservação ou degradação dos recursos naturais, a maioria das vezes ainda não são considerados e, portanto, não contabilizados no valor econômico destes bens.

Com relação ao imóvel avaliado, este se encontra à margem de curso d'água, mais precisamente ocupando a faixa de 30 metros de cada lado da margem de um rio com 6 metros de largura, e, em razão disto é, de acordo com o artigo 4º do Código Florestal, Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012 (BRASIL, 2012), considerado na sua **integralidade** como Área de Preservação Permanente (APP):

Art. 4º Considera-se Área de Preservação Permanente, em zonas rurais ou urbanas, para os efeitos desta Lei:
I - as faixas marginais de qualquer curso d'água natural perene e intermitente, excluídos os efêmeros, desde a borda da calha do leito regular, em largura mínima de:
a) 30 (trinta) metros, para os cursos d'água de menos de 10 (dez) metros de largura;

Transcreve-se, por oportuno, o conceito que o Código Florestal tece sobre área de preservação permanente:

Art. 3º Para os efeitos desta Lei, entende-se por:
II - Área de Preservação Permanente - APP: área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas;

Sobre esta matéria ensina Figueiredo (2001, p. 226): "Áreas de preservação permanente, por sua vez, não admitindo supressão da vegetação, são também áreas non aedificandi." Como consequência, constituindo-se o imóvel em tela totalmente como APP e, como tal, tendo por característica central a não admissão de qualquer tipo de intervenção, é por decorrência área non aedificandi.

Diz ainda a mesma Lei nº 12.651, em seu artigo 7º:

Art. 7º A vegetação situada em Área de Preservação Permanente deverá ser mantida pelo proprietário da área, possuidor ou ocupante a qualquer título, pessoa física ou jurídica, de direito público ou privado.

§ 1º Tendo ocorrido supressão de vegetação situada em Área de Preservação Permanente, o proprietário da área, possuidor ou ocupante a qualquer título é obrigado a promover a recomposição da vegetação, ressalvados os usos autorizados previstos nesta Lei.

§ 2º A obrigação prevista no § 1º tem natureza real e é transmitida ao sucessor no caso de transferência de domínio ou posse do imóvel rural.

§ 3º No caso de supressão não autorizada de vegetação realizada após 22 de julho de 2008, é vedada a concessão de novas autorizações de supressão de vegetação enquanto não cumpridas as obrigações previstas no § 1º.

Com efeito, inclusive para licenciamento do loteamento, a empresa proprietária da área foi obrigada pelo órgão ambiental do município, através de PRAD, a cercar a área e executar a sua recuperação com o plantio de espécies arbóreas nativas características daquele ecossistema.

Registre-se, ainda, que diferentemente das áreas verdes obrigatórias previstas neste projeto de loteamento e em outros, as APPs não são áreas de lazer que possam receber algum tipo de equipamento ou serem ajardinadas. Na realidade, nestas áreas a vegetação reintroduzida através de PRAD ou a vegetação nativa que naturalmente venha a se desenvolver, por mais agressiva e indesejável que seja, como neste caso, a espinhenta Mimosa bimucronata, deverá ser preservada, isto é, não deverá ser cortada.

Além do que, por força da lei, a responsabilidade pela preservação da APP é do proprietário, de fato, conforme afirma Caribé (2008):

Mesmo nos casos em que haja certa dúvida sobre a ação do agente, não estaria afastado o seu dever de recuperar a área degradada, levando-se em conta o sistema de responsabilidade objetiva em danos ambientais. A restauração do dano, conforme o sistema legislativo vigente configura-se verdadeira obrigação imposta ao proprietário ou possuidor da área degradada. Os atuais proprietários, portanto, têm responsabilidade direta sobre as atividades desenvolvidas na área, como edificação, por exemplo, e pelos danos ambientais que se configuraram ou tiveram continuação, por sua ação ou mesmo omissão. (Grifo nosso)

Desta forma, fica clara a responsabilidade do proprietário desta APP, que após ter cercado a área por exigência do órgão ambiental e implementado o PRAD com acompanhamento durante um período de três anos, deverá ainda: zelar para que não seja invadida, protegê-la de eventuais incêndios, evitar que seja cortado ou subtraído qualquer tipo de vegetação, evitar o pastejo por animais domésticos, enfim, preservá-la de qualquer dano para que cumpra suas funções ambientais.

Conforme Souza (2016), o PRAD é:

Um estudo solicitado pelos órgãos ambientais como parte integrante do processo de licenciamento de ativi-

dades degradadoras ou modificadoras do meio ambiente, como também, após um empreendimento ser punido administrativamente por causar degradação ambiental. Tecnicamente, o PRAD refere-se ao conjunto de medidas que propiciarão à área degradada condições de estabelecer um novo equilíbrio dinâmico, com solo apto para uso futuro e paisagem esteticamente harmoniosa.

No presente caso o PRAD foi exigido como parte integrante do licenciamento do loteamento, assim sendo, a área não pode ser negociada como medida compensatória para outra atividade.

O artigo 5º, inciso XXIII da Constituição Federal Brasileira (BRASIL, 1998) estabelece que a propriedade atenderá a sua função social. Igualmente, o Código Civil instituído pela Lei nº 10.406/2002 em seu artigo 1.228, § 1º (BRASIL, 2002) assinala que:

O direito de propriedade deve ser exercido em consonância com as suas finalidades econômicas e sociais e de modo que sejam preservados, de conformidade com o estabelecido em lei especial, a flora, a fauna, as belezas naturais, o equilíbrio ecológico e o patrimônio histórico e artístico, bem como evitada a poluição do ar e das águas.

Diante das restrições legais impostas ao direito de propriedade, Caribé (2008) conclui que:

Ao atender o previsto na legislação **o direito de propriedade pode ter o seu conteúdo econômico esvaziado** ou limitado por restrições de ordem ambiental, e que não se permite o uso indiscriminado da propriedade. Além do que, não podem prevalecer direitos que se opõem ao interesse público, de forma que, no caso de conflito de interesses, deve prevalecer aquela que defende a preservação do meio ambiente para toda a coletividade. (Grifo nosso)

Todavia, este esvaziamento do conteúdo econômico nem sempre ocorre. Não raro áreas de APP que ocupam somente parte de um imóvel algumas vezes agregam maior valor a este.

E também, áreas, sejam urbanas ou rurais, que pelas suas características ambientais são consideradas como de preservação permanente, mas que não têm esta condição averbada na matrícula ou explicitada através de um Ato Declaratório Ambiental podem ter considerável valor de mercado. Isto porque, tanto proprietários como interessados, apostam num eventual lapso dos órgãos de fiscalização, que acabe permitindo a ocupação de parte ou de toda a área.

Foi, inclusive, constatado durante a fase de pesquisa de dados deste trabalho, que a condição de uma área ser de preservação permanente era algumas vezes omitida pelo vendedor, e que esta vinha sendo utilizada, embora irregularmente, para alguma atividade não permitida de acordo com a sua condição.

Verificou-se também que às vezes existe a expectativa de invasão de parte de área de APP por população de baixa renda, para que criada uma situação de ocupação consolidada, esta seja permitida pelas autoridades e, eventualmente, se consiga autorização também para ocupação da fração restante não invadida.

É por este motivo que, usualmente, as prefeituras só isentam de IPTU imóveis com APP em que esta condição está absolutamente clara ou averbada na matrícula, o que além de

vedar qualquer uso da área ainda responsabiliza o proprietário por eventual ocupação.

De igual forma, a Receita Federal (2002) alicerçada na Instrução Normativa SRF nº 256/2002, que dispõe sobre normas de tributação relativas ao Imposto Territorial Rural (ITR), tem exigido que nas áreas em que se pretende a isenção do ITR, por serem ou Reserva Legal ou APP, esta condição tem que ficar explicitada no Ato Declaratório Ambiental (ADA).

Porém, apesar desta exigência da Receita Federal, deve-se observar que o Superior Tribunal de Justiça já se manifestou pela desnecessidade da averbação prévia para concessão de isenção de ITR em área de preservação permanente (Recurso Especial nº 1.060.886/PR, de Relatoria do Ministro Luiz Fux, julgado em 18/12/2009). O relator complementou dizendo que "a falta de averbação da área de reserva legal na matrícula do imóvel ou a averbação feita após a data da ocorrência do fato gerador não impedem a isenção."

Vale citar, ainda, que na presente APP, dadas as suas características e sua vinculação a um PRAD, não há nenhuma modalidade de compensação que permita o seu aproveitamento ou a sua remuneração.

Assim, resulta inequívoco que a propriedade da APP representa, atualmente, prejuízo para o proprietário, tendo em vista que sendo área non aedificandi não há possibilidade de realizar qualquer tipo de exploração que gere renda. De outro lado, existem despesas pela necessidade de evitar que sejam invadidas ou haja dano à vegetação.

Em razão de todo o exposto, fica evidente que não há mercado para imóveis deste tipo devido à falta de interessados em adquiri-los. Este fato ficou confirmado durante a pesquisa de mercado para levantamento de dados, resultando na total inexistência de informações sobre imóveis em condições semelhantes que tivessem sido negociados ou estivessem em oferta na região onde se encontra o imóvel em tela.

Cabe destacar, ainda, que prefeituras como a de Itapema, SC e Guaíba, RS, entre outras, concedem isenção de imposto territorial para as áreas de preservação permanente, conforme previsto em artigos de seus Códigos Tributários Municipais, adiante transcritos, quando esta condição é registrada na matrícula:

Código Tributário de Itapema, SC (2011):

Art. 9º - São isentos do IPTU:

§ 8º Nos terrenos localizados em Áreas de Preservação Permanente - APP, definidas na legislação municipal e com restrição à urbanização devidamente registrada na matrícula do imóvel junto ao Cartório de Registro de Imóveis competente, a incidência do imposto dar-se-á apenas sobre a área efetivamente utilizada ou em que seja permitida a ocupação.

Código Tributário de Guaíba, RS (2014):

Art. 1º Ficam isentos do pagamento de IPTU - Imposto sobre a Propriedade Predial e Territorial Urbana, os proprietários de lotes enquadrados em áreas de preservação permanente, localizados no Município de Guaíba, conforme a Lei Federal 4.771/65, a Lei Estadual nº 11.520/2000, a resolução 303/2002 do CONAMA, ou legislação subsequente.

§ 1º A isenção prevista nesse artigo será concedida,

mediante termo de compromisso assinado perante o órgão ambiental municipal, que deverá conter permissão expressa para vistorias periódicas do referido órgão e será averbado à margem da inscrição no registro de imóveis.

§ 2º O benefício poderá ser concedido proporcionalmente à área do imóvel que, efetivamente, for considerada área de preservação permanente.

Não sendo o imóvel objeto do estudo isento de tributação pela legislação do município onde se localiza, e como o artigo 33 do Código Tributário Nacional determina que a base de cálculo do valor do terreno é o valor venal, foi realizada a avaliação do valor de mercado do imóvel.

4. DETERMINAÇÃO DO VALOR DO IMÓVEL

O método a ser usado numa avaliação, segundo a NBR 14653-1:2001, depende da natureza do bem a ser avaliado e da finalidade da avaliação, da qualidade e quantidade de informações coletadas no mercado imobiliário. Sua escolha deve ser justificada, objetivando-se retratar o comportamento do mercado por meio de modelos que expliquem seu valor.

A norma também possibilita o uso de métodos alternativos àqueles previstos nela, desde que fique comprovada a impossibilidade de usá-los.

Os métodos previstos na NBR 14653-1:2001 (item 8.2) para identificar o valor de um bem, de seus frutos e direitos são:

Métodos para identificar o valor de um bem, de seus frutos e direitos:

- Método comparativo direto de dados de mercado;
- Método involutivo;
- Método evolutivo;
- Método da capitalização da renda.

Dentre estes métodos, podem ser usados para avaliação de terrenos urbanos o método comparativo direto de dados de mercado, o método involutivo e o método da capitalização da renda, que serão descritos a seguir.

4.1 Método comparativo direto de dados de mercado

O método comparativo direto de dados de mercado é o método que deve ser utilizado preferencialmente numa avaliação de imóveis (NBR 14653-2, item 8.1.1). Sua aplicação desenvolve-se através das seguintes etapas:

1. Caracterização do imóvel avaliando;
2. Pesquisa de dados relativos a imóveis semelhante ao imóvel avaliando;
3. Cálculo do valor do imóvel avaliando.

Ponto central para aplicação deste método é a existência de dados comparáveis entre si, conforme coloca a NBR 14653-2 em seu item 8.2.1.3.2:

O levantamento de dados tem como objetivo a obtenção de uma amostra representativa para explicar o comportamento do mercado no qual o imóvel avaliando esteja inserido e constitui

a base do processo avaliatório. Nesta etapa o engenheiro de avaliações investiga o mercado, coleta dados e informações confiáveis preferentemente a respeito de negociações realizadas e ofertas, contemporâneas à data de referência da avaliação, com suas principais características econômicas, físicas e de localização.

A NBR-14653-2 menciona no item 8.2.1.4.1 requisitos para uma boa qualidade da amostra, onde destaca-se "sua semelhança com o imóvel objeto da avaliação, no que diz respeito a sua situação, a destinação, ao grau de aproveitamento e as características físicas; diferenças relevantes perante o avaliando, devem ser tratadas adequadamente nos modelos adotados."

O Tratamento por Fatores tem sido usado por vezes para considerar diferenças relevantes perante o avaliando, tendo como requisito ser:

[...] aplicável a uma amostra composta por dados de mercado com as características mais próximas possíveis do imóvel avaliando, além de que os fatores devem ser calculados por metodologia científica, como citado em 8.2.1.4.3, justificados do ponto de vista teórico e prático, com a inclusão de validação, quando pertinente. Devem caracterizar claramente sua validade temporal e abrangência regional e ser revisados no prazo máximo de quatro anos ou em prazo inferior, sempre que for necessário (NBR 14653-2, item 8.2.1.4.2).

Por sua vez, o Tratamento Científico pressupõe a existência de uma amostra representativa do mercado, que contemple as características dos imóveis, conforme pode ser visto na NBR 14653-2, Anexo A (que trata do uso de modelos de regressão linear), item A.1.3: "Com base em uma amostra extraída do mercado, os parâmetros populacionais são estimados por inferência estatística."

Inferir estatisticamente significa tirar conclusões sobre a população a partir de observações amostrais. Pode-se, pois, estudar o comportamento do mercado de imóveis a partir de algumas observações pesquisadas nele.

A ferramenta mais usada pelos avaliadores para explicar o comportamento do mercado imobiliário é a regressão linear clássica. O modelo de regressão linear geral é uma função linear do tipo:

$$Y = a + b_1 X_1 + b_2 X_2 + \dots + b_k X_k \quad (1)$$

onde:

Y - variável dependente ou explicada

X_i - variáveis independentes, explicativas, ou covariáveis $i = 1, \dots, k$

a, b₁ - parâmetros estimados pelo método dos mínimos quadrados ordinários (MQO)

A variável dependente é o valor do imóvel (total ou unitário). As variáveis independentes são as características físicas intrínsecas e extrínsecas dos imóveis (por exemplo, no caso de avaliação de um terreno pode-se citar: área, frente, profundidade, forma, usos permissíveis, variáveis que contemplem o valor da localização, etc.).

Assim, para o presente caso, a amostra deve contemplar eventos de mercado que envolvam a

negociação e/ou oferta de imóveis que tenham 100% de sua área como APP, em número adequado para evitar a micronumerosidade nos modelos de regressão (NBR 14653-2, item A.2.a).

Considerando-se que:

- a) Eventos deste tipo não foram observados na pesquisa de mercado conduzida;
- b) Não existem fatores calculados por metodologia científica válidos para a região de estudo.

Conclui-se que o método comparativo direto de mercado não pode ser aplicado na presente avaliação.

4.2 Método involutivo

O método involutivo baseia-se no estudo de viabilidade econômica de aproveitamento de um terreno procurando determinar o seu valor através do estudo das condições máximas permissíveis e com aproveitamento eficiente da área a ser futuramente utilizada.

Tem-se por aproveitamento máximo, o que as prefeituras municipais permitem em seu Plano Diretor (recuos, afastamentos laterais, gabaritos, taxas de ocupação, etc.).

O aproveitamento eficiente é a utilização mais adequada para o local em questão (comercial, residencial, etc.).

Como, por definição, uma área de preservação permanente não tem uso que permita fazer um projeto de ocupação, considerando o máximo aproveitamento eficiente do terreno, que possa gerar uma receita proveniente de unidades construídas no local, a aplicação deste método conduz a um valor de mercado igual a zero para o terreno.

4.3 Método da capitalização da renda

O método da capitalização da renda (denominação dada pela NBR 14653-1:2001, item 8.2.4) ou método da renda (denominação dada pela NBR 14653-2:2011, item 8.2.3) consiste em estimar-se o valor atual de venda do imóvel baseado nos benefícios futuros gerados por ele (por exemplo, aluguéis).

A NBR 14653-2 no item 8.2.3 apresenta o seguinte roteiro para a aplicação do método da renda:

1) Estimativa das receitas e despesas: são levantadas todas as receitas provenientes de sua exploração e as despesas necessárias à sua operação e manutenção, impostos, etc.;

2) Montagem do fluxo de caixa: é feita com base nas despesas e receitas previstas para o imóvel e suas respectivas épocas;

3) Estabelecimento da taxa mínima de atratividade: a TMA é estimada em função das oportunidades de investimentos alternativos existentes no mercado de capitais, levando-se em consideração também os riscos do negócio;

4) Estimativa do valor do imóvel: o valor máximo estimado para o imóvel é representado pelo valor atual do fluxo de caixa, descontado pela taxa mínima de atratividade.

O valor do imóvel é determinado pela relação (considerando capitalização em perpetuidade):

$$V_v = \frac{V_r}{i} \quad (2)$$

onde:

V_v – valor venal (valor de mercado)

V_r – valor da renda

i – taxa de capitalização

Como a área de preservação permanente em avaliação não tem uso que possa gerar uma receita, a aplicação do método da renda também conduz a um valor de mercado igual a zero para o terreno.

5. CONCLUSÕES

De um modo geral as externalidades positivas ou negativas decorrentes, respectivamente, da conservação ou degradação das áreas de preservação permanente, ainda não são precificadas pelo mercado brasileiro e incorporadas ao valor econômico destas áreas.

Como consequência desta não precificação, a condição de um terreno urbano situar-se integralmente em área de preservação permanente (non aedificandi) pode esvaziar totalmente seu valor econômico, resultando em um valor de mercado igual a zero.

Terrenos situados em APP podem, legalmente ou não, ter algum tipo de uso ou fruição que resulte em algum valor econômico, portanto, o valor de mercado igual a zero para terreno em APP, encontrado neste trabalho, aplica-se a uma situação particular e não pode ser generalizada.

A condição de terreno situado em APP ter valor igual a zero é consequência das características do próprio terreno, do mercado no qual está inserido, da legislação incidente, da efetividade da fiscalização ambiental e deverá ser verificada através dos métodos de avaliação de valor de mercado previstos na Norma ABNT 14.653.

Entende-se como correta a legislação de alguns municípios que só isenta de pagamento de imposto territorial urbano aqueles imóveis em que a condição de APP está averbada na matrícula, o que obriga a efetiva preservação da área e responsabiliza o proprietário pela conservação de suas funções ambientais. Além disso, esta exigência retira o caráter especulativo destas áreas, por eliminar a expectativa de seu uso clandestino.

A mensuração dos benefícios socioambientais oferecidos por áreas de preservação permanente através da determinação do valor dos seus recursos ambientais, previstos na norma de Avaliação de Bens – Parte 6: Recursos naturais e ambientais, através do Método de Valoração Contingente, pode contribuir para conscientizar a sociedade da importância da existência de áreas de preservação, e os legisladores e administradores municipais da necessidade de não penalizar através de tributação as áreas de preservação permanente que realmente cumpram esta função. O valor que a sociedade estaria disposta a pagar por estes benefícios ambientais justificaria a isenção total do IPTU ou a sua redução, através do princípio protetor-não pagador.

A restauração ecológica e as ações nucleadoras nos projetos de recuperação de áreas degradadas - PRAD

AUTOR:

Rafael Grani
Engenheiro Florestal
CREA SC 078457-1

1. INTRODUÇÃO

A obrigação de reparar os danos causados ao meio ambiente, que permeia toda a legislação ambiental brasileira, está prevista no Art. 225, § 3º, da Constituição Federal, estabelecendo que “as condutas e atividades consideradas lesivas ao meio ambiente sujeitarão os infratores, pessoas físicas ou jurídicas, a sanções penais e administrativas, independentemente da obrigação de reparar os danos causados”.

A Lei da Política Nacional do Meio Ambiente estabelece duas formas principais de reparação do dano ambiental: a recomposição natural do que foi degradado ou poluído e a indenização pecuniária. O que se tem observado na jurisprudência é a aplicação de ambas cumulativamente e a aplicação da indenização pecuniária, de forma isolada, somente nos casos em que não seja possível a realização da recomposição natural.

Percebe-se, com isso, que a recomposição natural está presente na maioria das situações, nas quais é necessária a reparação de danos ambientais.

No que tange aos danos causados à flora, sua reparação é precedida da elaboração de Projetos de Recuperação de áreas Degradadas (PRAD), documento técnico que pode ser elaborado utilizando diversas metodologias, que vão desde o método mais antigo e tradicional, baseado em técnicas silviculturais com plantio de mudas em área total, até os métodos mais modernos, que têm por base a restauração ecológica e as técnicas de nucleação, as quais se utilizam da teia de interações da própria natureza para promover a recuperação.

Por óbvio que é dever do perito ambiental conhecer profundamente as principais metodologias existentes, bem como se manter informado sobre novas formas de recuperação de áreas degradadas, para poder auxiliar o juízo a proferir sua sentença e forma correta e justa.

Desta forma, pretende-se com este artigo apresentar as modernas práticas de restauração ecológica que vêm sendo amplamente adotadas no meio técnico e devidamente aceitas pelos órgãos competentes, em Projetos de Recuperação de Áreas Degradadas.

Este artigo apresenta, ainda, os resultados de quatro anos de monitoramento da aplicação da restauração ecológica e nucleação na recuperação de áreas degradadas de um empreendimento do setor elétrico.

2. CONCEITOS

“**Restauração Ecológica** é uma atividade intencional que visa iniciar ou acelerar a recuperação de um ecossistema em relação à sua saúde, integridade e sustentabilidade.” (SOCIEDADE INTERNACIONAL PARA RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA).

Nucleação é a capacidade de uma espécie em propiciar uma significativa melhoria nas qualidades ambientais, permitindo aumento da probabilidade de ocupação deste ambiente por outras espécies (YARRANTON; MORRISON, 1974), formando pequenos habitats (núcleos) dentro da área degradada.

Resiliência é capacidade de um ecossistema em retomar ao seu estado original ou a um estado não degradado. A resiliência varia de acordo com o grau de degradação, com as características ambientais de solo e com as eventualidades biológicas (SMA-SP).

3. PRINCIPAIS ASPECTOS LEGAIS

a) CONSTITUIÇÃO DA REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL DE 1988:

Art. 225. Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.

§ 1º [...]

§ 3º As condutas e atividades consideradas lesivas ao meio ambiente sujeitarão os infratores, pessoas físicas ou jurídicas, a sanções penais e administrativas, independentemente da obrigação de reparar os danos causados.

b) POLÍTICA NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – Lei nº 6.938 de 31 de agosto de 1981:

Art. 4º A Política Nacional do Meio Ambiente visará:
[...]

VII - à imposição, ao poluidor e ao predador, da obrigação de recuperar e/ou indenizar os danos causados e, ao usuário, da contribuição pela utilização

de recursos ambientais com fins econômicos.

Art. 14. Sem prejuízo das penalidades definidas pela legislação federal, estadual e municipal, o não cumprimento das medidas necessárias à preservação ou correção dos inconvenientes e danos causados pela degradação da qualidade ambiental sujeitará os transgressores:

§ 1º - Sem obstar a aplicação das penalidades previstas neste artigo, é o poluidor obrigado, independentemente da existência de culpa, a indenizar ou reparar os danos causados ao meio ambiente e a terceiros, afetados por sua atividade. O Ministério Público da União e dos Estados terá legitimidade para propor ação de responsabilidade civil e criminal, por danos causados ao meio ambiente.

c) LEI DE CRIMES AMBIENTAIS – Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998:

Art. 27. Nos crimes ambientais de menor potencial ofensivo, a proposta de aplicação imediata de pena restritiva de direitos ou multa, prevista no art. 76 da Lei nº 9.099, de 26 de setembro de 1995, somente poderá ser formulada desde que tenha havido a prévia composição do dano ambiental, de que trata o art. 74 da mesma lei, salvo em caso de comprovada impossibilidade.

4. DESENVOLVIMENTO

O acúmulo de conhecimento sobre os processos envolvidos na dinâmica de formações naturais tem levado a uma mudança nos programas de restauração ambiental, que deixam de ser mera aplicação de práticas agronômicas ou silviculturais de plantio de espécies, para assumir a difícil tarefa de restauração das complexas comunidades (RODRIGUES; GANDOLFI, 2000).

A utilização de ações nucleadoras, capazes de aumentar a resiliência das áreas degradadas, representa um compromisso em imitar processos sucessionais primários e secundários naturais. Neste sentido, o maior desafio é iniciar o processo de sucessão de forma semelhante aos processos naturais, formando comunidades com biodiversidade, tendendo a uma rápida estabilização com o mínimo de aporte energético (REIS, 2006).

Existem diversas técnicas de restauração ecológica e nucleação disponíveis na literatura consagrada com resultados comprovados por meio de experimentos e aplicações bem-sucedidas. O norteador da escolha das técnicas que deverão ser adotadas no PRAD é o diagnóstico ambiental. Deste modo, seria impossível em um único artigo apresentar todas as técnicas existentes. Há que se ressaltar, ainda, que todos os dias são desenvolvidas novas técnicas e aplicações, sendo necessário que o perito procure aperfeiçoamento contínuo dentro do tema.

Neste artigo serão abordadas as seguinte técnicas:

- Transposição de solo;
- Poleiros artificiais;
- Transposição de galharia e serapilheira;
- Plantio de mudas em ilhas de alta diversidade.

4.1 Transposição de solo

Um dos aspectos mais importantes na restauração de uma área degradada é condição em que se encontra o solo do local. Muitas vezes os horizontes superficiais, mais férteis e no qual se encontra o banco de sementes, foi removido ou encontra-se muito alterado.

Nesta situação a restauração da área deverá ser iniciada com a transposição de solo de outras áreas preservadas.

A transposição de pequenas porções (núcleos) de solo não degradado representa grandes probabilidades de recolonização da área com microrganismos, sementes e propágulos de espécies vegetais pioneiras (Figura 1).

O objetivo desta técnica é a restauração do solo, componente de grande importância nos ecossistemas, responsável pela sustentação da vegetação, embora pouco enfatizado nos projetos de restauração. Com a transposição de solo, reintroduz-se populações de diversas espécies da micro, meso e macrofauna/flora do solo (microrganismos decompositores, fungos micorrízicos, bactérias nitrificantes, minhocas, algas, etc.), importantes na ciclagem de nutrientes, reestruturação e fertilização do solo. A transposição de solo consiste na retirada da camada superficial do horizonte orgânico do solo (serapilheira mais os primeiros 5 cm de solo) de uma área com sucessão mais avançada. Reis et al. (2003) sugerem a utilização de solos de distintos níveis sucessionais para que seja reposta uma grande diversidade de micro, meso e macrorganismos no ecossistema a ser restaurado.

Quando o “novo” banco de sementes é disposto na área degradada, grande parte das sementes de espécies pioneiras que originalmente estavam enterradas no solo ficam na superfície e tendem a germinar, já que em geral são fotoblásticas positivas. As sementes que após a transposição continuarem enterradas e não germinarem irão compor o novo banco de sementes na área degradada.

No caso de empreendimentos que envolvem a degradação de grandes áreas, a transposição da camada fértil do solo merece ser planejada no sentido de haver transposição concomitante ao processo de remoção e degradação. Em hidrelétricas, onde toda a área do lago terá o solo inundado, as áreas degradadas com a formação de áreas de empréstimo e bota-fora, podem ser cobertas com o solo fértil disponível na área do futuro lago. Esta ação é parte integrante de um programa de resgate da biota, pois representa uma forma eficiente de garantir a sobrevivência de muitas populações de micro, meso e macrorganismos que vivem no solo.

Figura 1 – A transposição de solo permite a colonização da área degradada com uma diversidade de micro, meso e macrorganismos capazes de nuclear um novo ritmo sucessional.



4.2 Poleiros artificiais

A regeneração de um ambiente degradado depende, principalmente, da chegada de propágulos a este local. Holl (1999) considera as baixas taxas de aporte de sementes como o principal fator limitante da regeneração de áreas degradadas.

Aves e morcegos são os animais dispersores de sementes mais efetivos, principalmente quando se trata de transporte entre fragmentos de vegetação. Atrair estes animais constitui-se numa das formas mais eficientes para propiciar chegada de sementes em áreas degradadas e, conseqüentemente, acelerar o processo sucessional.

Aves e morcegos utilizam árvores remanescentes em pastagens para proteção, para descanso durante o voo entre fragmentos, para residência, para alimentação ou como latrinas (GUEVARA et al., 1986). Estas árvores remanescentes formam núcleos de regeneração de alta diversidade na sucessão secundária inicial devido à intensa chuva de sementes promovida pela defecação, regurgitação ou derrubada de sementes por aves e morcegos (REIS et al., 2003).

McDonnell e Stiles (1983) instalaram poleiros artificiais em campos abandonados e observaram que as regiões abaixo dos poleiros se tornaram núcleos de vegetação diversificada devido à deposição de sementes pelas aves que os utilizavam.

McClanahan e Wolfe (1993) observaram que poleiros artificiais atraem aves, que os utilizam para forragear suas presas e para descanso, e trazem consigo sementes de fragmentos próximos. Reis et al. (2003) sugerem a implementação destes poleiros para incrementar a chuva de sementes em locais que se pretende restaurar. Esta chuva irá formar o novo banco de sementes destes locais.

Além de atrair diversidade de propágulos para a área, os dispersores, que utilizam poleiros geram regiões de concentração de recurso, como as descritas por Janzen (1970), atraindo, também, consumidores para o local.

A escolha de técnicas de restauração ambiental deve ser norteada pela manutenção dos dispersores na área, o que depende, basicamente, desta área oferecer locais de repouso ou abrigo e, principalmente, apresentar disponibilidade de alimento o ano todo. Para tal finalidade, os poleiros artificiais podem ser efetivos.

Os poleiros artificiais podem ser pensados de diversas formas para se tomarem um atrativo aos dispersores dentro de uma área que se pretende restaurar. Os poleiros podem ser secos ou vivos servindo a diferentes finalidades.

4.2.1 Poleiros secos

Este tipo de poleiro, sugerido por Reis et al. (2003), imita galhos secos de árvores para pouso de aves. As aves os utilizam para repouso ou forrageamento de presas (muitas aves são onívoras e, enquanto caçam, depositam sementes). O poleiro seco pode ser confeccionado com diversos materiais, como, por exemplo, restos de madeira ou bambu (Figura 2). Eles devem apresentar ramificações terminais onde as aves possam pousar, serem relativamente altos para proporcionar bom local de caça e serem esparsos na paisagem.

Poleiros secos têm sido sugeridos pelo Sustainable Agriculture Research and Education Program da Universidade da Califórnia no controle de pragas nas lavouras. Estes poleiros servem de local de forrageio para corujas e falcões que se alimentam de pequenos vertebrados indesejáveis nas fazendas. Para incrementar seu uso recomendam a construção de casinhas no alto dos poleiros além do local de pouso. Estas casinhas são facilmente escolhidas

pelos corujas como local de ninho (INGELS, 1992).

Em locais onde existam espécies invasoras como *Pinus* spp. algumas árvores podem ser aneladas para que morram e permaneçam em pé com a função de poleiros secos. Poleiros de pinus anelado foram utilizados na Unidade Demonstrativa de Restauração Ambiental do Parque Florestal do Rio Vermelho, Florianópolis, SC, proposto por Bechara (2003). O parque Florestal do Rio Vermelho é uma área originalmente de restinga com cerca de 750 ha invadidos por *Pinus* spp. Durante a implantação da Unidade Demonstrativa de Restauração Ambiental surgiu a ideia de aproveitar o material disponível no local. Avaliações preliminares apontam as áreas sob estes poleiros como locais de maior intensidade e diversidade de chuva de sementes em comparação com as demais áreas desta unidade (VIEIRA, 2003). Outras espécies arbóreas invasoras também podem ser utilizadas como poleiros secos, mas é necessário promover a morte do indivíduo para que ele não continue invadindo áreas. Em casos de espécies que brotam, como o *Eucalyptus* sp. por exemplo, deve ser feito um controle manual do rebrote.

Outra iniciativa de Bechara (2003) foi a instalação de cabos aéreos ligando os poleiros de pinus anelado aumentando a área de deposição de sementes devido ao pouso de aves sob o cabo (Figura 3). Os cabos aéreos imitam a rede de fiação elétrica sob a qual muitas aves pousam. Eles podem ser feitos utilizando corda ou qualquer material semelhante disponível (REIS et al., 2003).

As cercas com mourões também formam poleiros artificiais em pastagens. É comum observarmos núcleos de vegetação sob os mourões, ou mesmo sob o arame, devido à intensa deposição de sementes por aves que ali pousam. Para aproveitar este comportamento das aves, pode-se imitar uma cerca em áreas abertas.

O enleiramento de galharia, técnica sugerida por Reis et al. (2003) para aporte de matéria orgânica e oferta de abrigo, também exerce função de poleiro em áreas abertas. Para as aves as leiras servem de local de repouso e caça de pequenos animais, principalmente cupins, larvas de coleópteros e outros insetos que colonizam a madeira. Por outro lado, estas leiras oferecem abrigo para pequenos mamíferos (roedores) e répteis.

Outra função de poleiros secos pode ser o incremento da chuva de sementes e, conseqüentemente, do banco de sementes de regiões com vegetação inicial, erguendo-se poleiros que ultrapassem os arbustos e arvoretas para a atração de aves trazendo sementes de fragmentos em estágio mais avançado de sucessão.

Figura 2 – Os poleiros secos imitam ramos secos onde algumas aves preferem pousar para descansar e forragear suas presas. A estadia destas aves nos poleiros permite que novas sementes possam colonizar as áreas degradadas, formando núcleos de diversidade advinda dos fragmentos vizinhos.

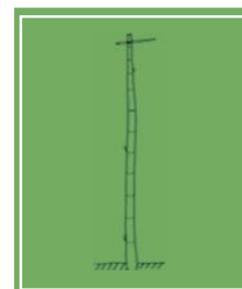


Figura 3 – Cabos aéreos podem aumentar as superfícies dos poleiros artificiais, promovendo maiores probabilidades de chegada de propágulos e de nucleação em áreas degradadas.



4.2.2 Poleiros vivos

Os poleiros vivos são aqueles com atrativos alimentícios ou de abrigo para os dispersores. Eles imitam árvores vivas de diferentes formas para atrair animais com comportamento distinto e que não utilizam os poleiros secos. Dentro desse grupo, destacam-se os morcegos, que procuram locais de abrigo para completarem a alimentação dos frutos colhidos em árvores distantes. Aves frutíferas também são atraídas por poleiros vivos quando estes ofertam alimento.

Assim como os poleiros secos, os poleiros vivos podem ser pensados de diversas formas, dependendo do grupo que se quer atrair e das funções ecológicas desejadas.

Um poleiro vivo pode ser feito simplesmente plantando-se uma espécie lianosa de crescimento rápido na base de um poleiro seco. Este poleiro vai apresentar em pouco tempo um aspecto verde com folhagem. À medida que a liana se adensar cria um ambiente protegido propício para o abrigo de morcegos e aves. Para aumentar seu poder atrativo, a espécie lianosa escolhida pode ser frutífera, atuando como uma bagueira na área (REIS et al., 1999) – Reserva da Biosfera.

Uma forma de acelerar a função de atração é a colocação de plantas epífitas que permitam viver em substratos mortos. Pequenos pedaços de ramos podem ser preparados em viveiros para suportar epífitas. Plantas como as cactáceas do gênero *Rhipsalis* Gaertn. ou bromeliáceas podem ser aproveitadas de árvores caídas (resgate) ou mesmo semeadas para comporem os poleiros de forma mais atrativa aos pássaros e morcegos. Estas epífitas podem ser utilizadas como incremento mesmo em árvores remanescentes. Bromélias adultas podem aumentar a capacidade nucleadora destas árvores, atraindo não somente aves e morcegos, mas também toda a fauna e flora característica de seus tanques de água.

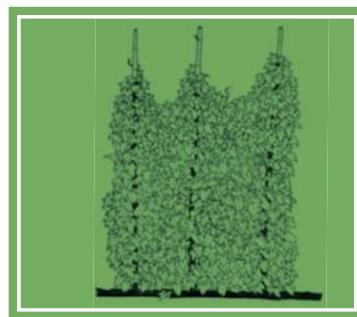
Cevas no alto dos poleiros com frutos nativos podem ser utilizadas para intensificar a visitação de dispersores. Estas cevas também podem ser dispostas na base dos poleiros para a atração de outros mamíferos.

Os poleiros vivos servem a outras funções que não somente a atração direta de dispersores, como é o caso das torres de cipó sugeridas por Reis et al. (2003). Quando dispostos lado a lado, os poleiros com cipós podem formar uma barreira efetiva contra os ventos dominantes (Figura 4). Estas torres imitam árvores dominadas por lianas na borda das matas que têm o papel de abrigo para morcegos. Além disso, criam um microclima favorável ao desenvolvimento de espécies esciéficas (REIS et al., 2003).

As torres de cipó podem também variar na sua disposição, criando uma diversidade de ambientes na área onde forem instaladas. Elas podem ser instaladas em formas circulares, criando um núcleo protegido tanto para animais como para o desenvolvimento de espécies vegetais; podem ser dispostas em forma de "V" invertido, para o desvio de fortes correntes de ar e proteção da região central (que apresenta gradiente de sombreamento).

Outras formas de poleiros podem ser criadas observando o comportamento dos dispersores na natureza e os ambientes em que eles concentram suas atividades.

Figura 4 – As torres de cipó oferecem abrigo para aves e morcegos que, por sua vez, estes animais transportam sementes dos fragmentos vegetacionais vizinhos, formando núcleos de diversidade que, num processo sucessional, atraem outras espécies animais e vegetais.



4.3 Transposição de galharia

Em áreas destinadas à mineração ou ao represamento de hidrelétricas, onde grandes porções de solo são removidas (áreas de empréstimo e bota-fora), a principal causa da degradação ambiental está na total ausência de nutrientes no solo. Qualquer fonte de matéria orgânica disponível na região deve ser utilizada.

Um exemplo de matéria orgânica são os resíduos da exploração florestal do desmatamento. Ao invés de queimá-los, podem ser enleirados, formando núcleos de biodiversidade básicos para o processo sucessional secundário da área degradada.

Estas leiras no campo podem germinar ou rebrotar, fornecer matéria orgânica ao solo e servir de abrigo, gerando microclima adequado a diversos animais. Roedores, cobras e avifauna podem, ainda, utilizá-las para alimentação devido à presença de coleópteros decompositores da madeira, cupins e outros insetos (Figura 5).

Esta técnica foi utilizada com sucesso na restauração de áreas de empréstimo nas Hidrelétricas de Itá e Quebra-queixo, SC. Neste local, foi observado que a galharia recolhida da área do lago, além de seu efeito nucleador, consistiu um efetivo resgate da flora e da fauna. Aderidos à galharia foram transportados, também, sementes, raízes, caules com capacidade de rebrota, pequenos roedores, répteis e anfíbios. Estas leiras colonizaram e irradiaram diversidade nas áreas de empréstimo (REIS, 2001).



Figura 5 – Restos de vegetação quando enleirados podem oferecer excelentes abrigos para uma fauna diversificada e um ambiente propício para a germinação e desenvolvimento de sementes de espécies mais adaptadas aos ambientes sombreados e úmidos.

4.4 Plantios de mudas em ilhas de alta diversidade

A implantação de mudas produzidas em viveiros florestais é uma forma de gerar núcleos capazes de atrair maior diversidade biológica para as áreas degradadas. O plantio de toda uma área degradada com mudas geralmente é oneroso e tende a fixar o processo sucessional por um longo período promovendo apenas o crescimento dos indivíduos das espécies plantadas.

A produção de ilhas como defendido por Reis et al. (1999) e Kageyama e Gandara (2000) sugere a formação de pequenos núcleos onde são colocadas plantas de distintas formas de vida (ervas, arbustos, lianas e árvores). Espécies com maturação precoce têm a capacidade de florir e frutificar rapidamente atraindo predadores, polinizadores, dispersores e decompositores para os núcleos formados. Isso gera condições de adaptação e reprodução de outros organismos, como as plantas nucleadoras registradas nos trabalhos que embasaram a teoria desta proposta de restauração.

O conjunto de núcleos criados através das ilhas de alta diversidade torna-se mais efetivo quando seu planejamento previr uma produção diversificada de alimentos durante todo o ano (Figura 6).

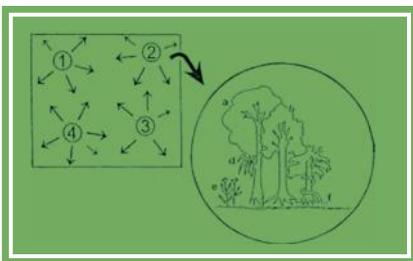


Figura 6 – Centros de alta diversidade de espécies e de formas de vida com floração/frutificação durante todo o ano formam ambientes nucleadores de diversidade dentro de áreas degradadas.

4.5 ESTUDO DE CASO

Neste tópico serão apresentados os resultados de quatro anos de monitoramento de um PRAD, baseado nas técnicas de restauração ecológica e nucleação, utilizado para recuperação de áreas degradadas por um empreendimento do setor elétrico.

No caso em comento, tendo por base o diagnóstico ambiental, foram necessárias somente a aplicação das técnicas de transposição da galharia e serapilheira, e poleiros artificiais, resultando em um PRAD de baixo custo e, em contrapartida, excelentes resultados.

Para ilustrar os resultados alcançados pelo PRAD serão apresentadas algumas seqüências de fotografias das áreas objeto de recuperação, em cinco momentos distintos:

1. Logo após a implantação do empreendimento, em abril/2014;
2. Depois de instalados os dispositivos previstos no PRAD, em maio/2014;
3. Após um ano da implantação do PRAD, em maio/2015;
4. Após dois anos da implantação do PRAD, em maio/2016;
5. Após três anos da implantação do PRAD, em junho/2017.

5. CONCLUSÕES

As técnicas de restauração ecológica e nucleação apresentam grande eficácia, promovendo a teia de interações da natureza para restauração do sistema de forma natural.

São diversas as técnicas que podem ser utilizadas, sendo que neste artigo foram apresentadas algumas delas.

O diagnóstico ambiental é quem deverá nortear as escolhas das técnicas que deverão ser adotadas no projeto.

Todos os dias surgem novas tecnologias em serviço do meio ambiente e é dever do perito ambiental ficar atualizado e elaborar laudos consistentes.



Avaliação de bens intangíveis revestidos com valor cênico

AUTORES:**Radegaz Nasser Junior**Engenheiro Civil
CREA ES 000965-D**Luiz Alberto Pretti**Engenheiro Civil
CREA ES 951-D

1 INTRODUÇÃO

O processo de avaliação de um bem imobiliário natural revestido com valor cênico, regra geral, é tratado como um caso especial no âmbito da Engenharia de Avaliações de Bens Imobiliários devido às características particulares de unicidade ou com poucas oportunidades de observação repetida na natureza das características singulares do bem avaliando.

Para que esse estudo seja bem-sucedido torna-se necessário uma intensa busca de informações referentes especificamente à legislação ambiental vigente e de maneira mais geral sobre todos os demais aspectos que estejam relacionados à questão, tais como impactos previsíveis no meio circundante, acessibilidades, custos de preservação, legislação protetiva local, prospecção de patrocinadores, etc., objetivando exclusivamente a elaboração do Laudo de Avaliação que realmente atenda a finalidade principal, ou seja, abastecer ao contratante do trabalho com dados substanciosos e fundamentados sobre a questão posta para estudo.

Dessa forma, torna-se possível registrar informações tecnicamente elaboradas que permitam a tomada de decisões que revertam em favor ou em desfavor do bem avaliando. Assim, depreende-se que um Laudo de Avaliação de um bem revestido de valor cênico necessariamente concluirá pela aceitação ou pela condenação deste, o que o torna ainda mais responsável socialmente.

Constata-se, entretanto, que para empreender um estudo dessa natureza fatalmente se identificará flagrante deficiência de literatura, artigos, workshops, etc., que abordem o tema com a profundidade que ele merece, assim sendo, este trabalho pretende contribuir para mitigar tal situação.

Este estudo de caso trata da avaliação do imóvel "Cachoeira do Caiado", localizado em Venda Nova, ES, identificado, a priori, como um local de clara vocação turística que pode ter a agregação substancial de valor financeiro quando examinado no contexto local mais abrangente, além do aspecto puramente natural, construtivo ou arquitetônico.

Essa observação é plausível devido, principalmente, às evidentes particularidades rústicas e extremamente preservadas do entorno deste, ampliando significativamente as potencialidades econômicas e financeiras do referido imóvel ao longo do tempo.

Nesse contexto, a avaliação do bem cênico existente no local, no caso uma cachoeira natural, deve ser examinada e analisada com maior rigor para efeitos de avaliação imobiliária, justificando-se essa atitude pelo simples fato de agregar valor ao bem imobiliário comum, e constituir-se em um bem impossível de ser reproduzido nas mesmas condições, por isso de valor intangível.

Esta avaliação refere-se ao seguinte imóvel:

Área total avaliada (base imobiliária + base intangível) = 53.520,00 m²

2. O MERCADO

A avaliação imobiliária nas circunstâncias descritas, então, referem-se também à avaliação do bem intangível de inegável valor cênico capaz de agregar valor de mercado ao bem imobiliário existente.

O presente estudo de caso admite a indústria do turismo como sendo um segmento do mercado em evolução no Brasil buscando alcançar patamares já observados em outros países e onde é caracterizada como a "indústria sem chaminé" por representar relevância econômica importante e considerável na captação de recursos externos, além de não contribuir para a degradação do meio ambiente, quando convenientemente implantada e administrada.

É o caso na região onde se insere o objeto deste estudo de caso, mais especificamente a “Cachoeira do Caiado”, provida de exuberante beleza natural, resumindo toda a obra paisagística da mata nativa local e seus cursos d’água invariavelmente desaguando por desníveis em cachoeiras e pequenas cascatas, através de rochas e formações geológicas naturais e generosamente lapidadas pela ação das águas em corrente ao longo do tempo.

Esse aspecto natural intangível e não mensurável é o fator econômico principal e ignitor da publicidade para divulgar a atividade econômica desenvolvida no bem imobiliário e potencialmente capaz de despertar a atenção dos visitantes atuais e futuros.

Preservando-se a singularidade desses bens naturais, seja no âmbito municipal, estadual, nacional ou internacional, o potencial econômico de faturamento pode ser consideravelmente aumentado, expandindo as atenções até visitantes de locais mais distantes, conforme o nível de singularidade observado, contribuindo para a expansão deste segmento de mercado na região.

São essas raridades naturais preservadas que conferirão o interesse aos visitantes o que tecnicamente é admitido como sendo a atratividade do bem imobiliário e natural em estudo com inegável valor de mercado maior para o bem natural preservado, por vezes substancialmente superior ao bem imobiliário.

Valendo-se de um exemplo clássico, considere-se o acidente geográfico rochoso conhecido como “O Pão de Açúcar”, monumento natural localizado no Estado do Rio de Janeiro.

É admirado internacionalmente e, em sã consciência, jamais poderia ter o seu valor patrimonial avaliado pelo valor da quantidade de pedras que dele possa vir a ser extraído, mas sim e com critérios técnicos fornecidos pela Engenharia de Avaliações que contemplem o seu valor paisagístico e sua unicidade dentre as manifestações geológicas com configuração semelhante.

Voltando ao estudo de caso, é inegável que o conjunto de informações observadas no entorno do bem imobiliário e, principalmente na área da cachoeira, como a atratividade exercida pela excepcional beleza natural obteve destacada posição entre os componentes considerados na avaliação do bem imobiliário.

Esse conjunto de observações é o suficiente para caracterizar a singularidade atribuível ao bem natural e justificar a sua avaliação enquanto um bem cênico de valor intangível.

Esses fatores econômicos são caracterizados como:

1 - EXÓGENOS POSITIVOS	2 - UTILIDADE MARGINAL CRESCENTE
Esses atributos no presente estudo de caso estão caracterizados pela preservação bem cuidada da linha de água e de suas cachoeiras carentes de investimentos diretos ou custos de oportunidade que motivem a economia do TURISMO, da gastronomia, da história e da cultura no local.	Esse atributo deve-se à caracterização desses fatores e os seus efeitos multiplicadores justificam todo e qualquer investimento feito pelo ESTADO ou pela INICIATIVA PRIVADA para manter, incrementar ou reprimir as suas características próprias, isentas de quaisquer vestígios exóticos.

Feitas essas considerações, conclui-se que o valor do bem imóvel em avaliação, enquanto um bem de origem imobiliária é comparável ao valor de outros imóveis similares e se destacará entre os seus assemelhados com características comuns que não apresentem qualquer característica de singularidade que justifique ser classificado como de interesse diferenciado local, regional, nacional ou internacional e que mereçam ser compreendidos em lugares ou zonas classificadas segundo os critérios estabelecidos e recomendados pela Unesco.

3. O PODER PÚBLICO

O poder público constitui-se em uma particularidade do mercado que pode atuar favoravelmente à implantação de políticas ambientais e preservacionistas que permitam a prospecção e a implantação de empreendimentos em locais com características similares que permitam a exploração consciente e regulamentada das obras da natureza em seus diversos aspectos.

Uma atuação governamental nessa direção muito contribui para a preservação sustentada dos bens naturais com o desenvolvimento simultâneo de atividades turísticas rentáveis que permitam inclusive a manutenção de populações locais ocupadas e invertendo o fluxo migratório em direção aos grandes centros.

Nesse sentido é uma interferência salutar, considerando que determinados bens precisam de proteção legal por se constituir em inegável patrimônio natural de valor intangível considerável na maioria dos locais, capaz de fortalecer a importância social do legado original conservado sob o amparo da legislação e de pessoas conscientizadas pela própria existência desse patrimônio.

É um legado, para usar a palavra da atualidade, que pode atravessar gerações e melhorar consideravelmente a economia e a qualidade de vida dos habitantes locais e dos visitantes, contribuindo para economia e a preservação ambiental.

4. A AVALIAÇÃO

A avaliação, no presente estudo de caso, constitui-se de duas etapas:

1 – Avaliação imobiliária do bem imóvel (os aspectos físicos comuns);

2 – Avaliação do bem intangível (os aspectos únicos e singulares).

A soma das parcelas determinadas em cada etapa conduzirá ao valor total do bem de base imobiliária agregado com o valor do bem intangível situado em parte da área que o circunda e lhe confere valor agregado, devido exclusivamente

à sua unicidade no universo dos imóveis pesquisados na área influenciante.

4.1 A avaliação do bem de base imobiliária

Nesta etapa da avaliação, é feita a estimativa do valor do imóvel sem as singularidades locais devido às belezas naturais que o circundam. O imóvel é tratado somente como uma área imobiliária comum entre as demais comparáveis.

Essa fase da avaliação do imóvel é desenvolvida como costumeiramente é recomendada pela literatura e normas nacionais relativas, preferencialmente através do Método Comparativo de Dados de Mercado, diante da realidade regional que permite a coleta e análise de imóveis em oferta e recentemente transacionados, porém sem as características circundantes do avaliando que o tornam único.

Em não tendo comparativos, é calculado o valor sem as citadas características especiais, que serão objeto de uma segunda análise específica para obtenção do seu valor.

4.2 A avaliação do bem de base intangível

Essa fase da avaliação é desenvolvida de forma independente, com a aplicação de fatores influentes e classificados subjetivamente por notas atribuídas pelo avaliador segundo as peculiaridades que conferem unicidade ao imóvel avaliando de base imobiliária.

4.3 A avaliação total do bem imobiliário com valor agregado

A consolidação dos valores de avaliação obtidos nos itens anteriores permite obter o valor total do bem imóvel objeto de exame nesse estudo de caso.

No caso presente, devido à raridade conferida ao bem avaliando e a inexistência de amostras que contemplassem os atributos inerentes às características naturais e especiais incorporadas ao bem, foi concebida a metodologia, baseada na combinação do Método Comparativo de Dados de Mercado com um segundo método ainda não descrito em norma nacional que contemplasse a singularidade ou unicidade do bem de base imobiliária juntamente com os bens naturais que circundam e o valorizam.

A expressão seguinte resume esse valor:

$V_f = V_i + V_c$ (fórmula 1)	ONDE:	V_f – VALOR FINAL
		V_i – Valor inicial (valor do bem de base)
		V_c – Valor cênico (valor do bem de base intangível)

Neste trabalho não serão desenvolvidas as diversas etapas do bem de base imobiliária. Somente será apresentado o resumo final do valor obtido neste estudo de caso.

4.3.1 Valor inicial (V_i)

O resultado referente ao bem de base imobiliária foi obtido segundo os critérios descritos no item 4.1, utilizando-se dos dados amostrais de áreas de terra anunciadas para venda e em conformidade com as normas nacionais vigentes.

O imóvel avaliando, possuidor de área equivalente a 53.520,00 m², teve seu valor de mercado calculado como exclusivamente de base imobiliária, sem qualquer valorização atribuível às singularidades existentes no seu interior, obtendo-se:

$$V_i = R\$ 2,47 / m^2 \times 53.520,00 m^2 = R\$ 132.194,40$$

4.3.2 Valor cênico (V_c)

O resultado do bem de valor intangível no presente estudo de caso foi obtido através da adoção de um Método Indireto, classificados como sendo aquele que “valora os benefícios ambientais usando os custos evitados, relacionados indiretamente com as mudanças na qualidade ambiental, sem estarem diretamente relacionados com uma alteração de bem-estar, medida pela disposição a pagar ou a receber dos indivíduos” (valores hedônicos), sempre se considerando as partes endógenas e as exógenas atribuíveis ao bem em estudo, como referenciado no item 2.2.

Dentre outros, cita-se os seguintes constantes da norma nacional em sua parte 6:

1 – Valor econômico do recurso ambiental: somatório dos valores de uso e de existência (não uso) de um recurso ambiental.

2 – Valor de uso: valor atribuído a um recurso ambiental pelo seu uso presente ou pelo seu potencial de uso futuro.

3 – Valor de uso direto: valor atribuído a um recurso ambiental, em função do bem-estar que ele proporciona através do seu uso direto na atividade de produção ou no consumo, como, por exemplo, no caso da extração e da visitação.

4 – Valor de uso indireto: valor atribuído a um recurso ambiental pelo bem-estar que ele proporciona através de suas funções ecossistêmicas, como, por exemplo, a proteção do solo e o estoque de carbono retido nas florestas, que são capturados indiretamente.

5 – Valor de opção: valor atribuído a um recurso ambiental, hoje desconhecido e realizável no futuro, associado

a uma disposição de conservá-lo para uso direto ou indireto, como, por exemplo, o benefício decorrente de fármacos ainda não descobertos, desenvolvidos a partir da flora nativa de uma região.

6 – Valor de existência: valor de “não uso” que deriva de uma posição moral, cultural, ética ou altruística em relação aos direitos de existência de espécies não humanas ou de preservação de outras riquezas naturais, mesmo que não apresentem uso atual ou possibilidade de uso futuro, como, por exemplo, a preservação de espécies existentes em regiões remotas do planeta.

7 – Valoração ambiental: identificação do valor de um recurso ambiental ou do custo de reparação de um dano ambiental.

5. APLICAÇÃO AO CASO EM ESTUDO

5.1 Estudo das características básicas e cálculos

A seguir são caracterizadas algumas partes do imóvel objeto do presente estudo de caso com registros fotográficos demonstrando seus melhores atributos naturais e capazes de conferir um valor agregado adicional ao nível de um bem intangível devido às particularidades não encontradas nas amostras pesquisadas, portanto, desprovidas desse valor.

Para o cálculo de VC consideramos a existência de três componentes:

$V_c = V_i * SA * F_c$ (fórmula 2)	ONDE:	V_i = valor inicial (valor do bem de base imobiliária)
		SA = coeficiente de singularidade/ atratividade
		F_c = Fator corretivo

O coeficiente **SA** foi estabelecido inicialmente para definirmos o valor cênico do imóvel avaliando (VC), como sendo um coeficiente que represente a singularidade do bem e sua atratividade em relação à população (SA).

Para isso, foram criados os níveis de singularidade / atratividade, municipal, estadual, nacional e internacional, aos níveis foram consignados códigos (notas) que expressam o grau de SINGULARIDADE / ATRATIVIDADE, para VALORIZAR esta influência sobre as populações.

Estes níveis foram ponderados através da soma de seus códigos alocados (pesos) e, então, assim atribuídos:

Peso 1 para nível municipal, peso 2 para nível estadual, peso 3 para nível nacional e peso 4 para nível internacional, que somam 10, logo se tem:

$$SA = (\text{Peso1} * SA_m + \text{Peso2} * SA_e + \text{Peso3} * SA_n + \text{Peso4} * SA_i) / 10$$

(fórmula 3)

Além dos códigos alocados ponderados para a SINGULARIDADE / ATRATIVIDADE, procurou-se também um fator corretivo (FC) que retifique as partes exógenas e endógenas, tais sejam:

Exógenas – acessibilidade e reputação turística na região

Acessibilidade – 1 para muito difícil, 2 para difícil, 3 para razoável, 4 para boa e 5 para muito boa.

Reputação turística – 1 para nenhuma, 2 para pouca, 3 para razoável, 4 para boa e 5 para muito boa.

Endógenas – facilidade de uso e visual paisagístico

Facilidade de uso – 1 para muito difícil, 2 para difícil, 3 para razoável, 4 para boa e 5 para muito boa.

Visual paisagístico – 1 para fraco, 2 para regular, 3 para interessante, 4 para muito interessante e 5 para magnífico.

Todos somam para a ponderação 15, logo se tem:

$$FC = \{(Ac + Rt) + (Fu + Vp)\} / 15 \quad (\text{fórmula 4})$$

Os diversos parâmetros constitutivos estão definidos em códigos alocados ponderados em cada caso, como mostrados nas tabelas seguintes para cada componente intangível admitido como valorizável ao bem imobiliário, para em seguida ser aplicado ao valor obtido à simples avaliação do bem de base imobiliária.

Para o coeficiente SA, segundo essa conceituação, foram estabelecidos os níveis de representatividade municipal, estadual, nacional e internacional.

NÍVEL MUNICIPAL		NÍVEL ESTADUAL	
Sam	SINGULARIDADE /		SINGULARIDADE / ATRATIVIDADE
1	Muito comum	1	Muito comum
2	Comum	2	Comum
3	Raro	3	Raro
4	Exclusivo	4	Exclusivo

NÍVEL MUNICIPAL		NÍVEL ESTADUAL	
San	SINGULARIDADE / ATRATIVIDADE		SINGULARIDADE / ATRATIVIDADE
1	Muito comum	1	Muito comum
2	Comum	2	Comum
3	Raro	3	Raro
4	Exclusivo	4	Exclusivo

Para o imóvel avaliando foram aplicados os seguintes códigos:

SA_m - (singularidade/atratividade municipal) = 1 / **SA_e** - (singularidade/atratividade estadual) = 2 / **SA_n** - (singularidade/atratividade nacional) = 3 / **SA_i** - (singularidade/atratividade internacional) = 4

Aplicando os pesos e os respectivos parâmetros explicitados anteriormente na **fórmula 3**, temos:

$$SA = (1 \cdot 4 + 2 \cdot 3 + 3 \cdot 2 + 4 \cdot 2) / 10$$

$$SA \text{ (Singularidade / Atratividade)} = 2,40$$

Temos também o fator corretivo, envolvendo as exógenas e endógenas, com a atribuição dos seus respectivos códigos alocados ponderados, subjetivamente admitidos pelo autor, em função das reações normalmente observáveis no mercado imobiliário, quando seus operadores buscam justificativas que diferenciem um imóvel entre os demais:

FATORES EXÓGENOS		FATORES ENDÓGENOS	
Ac	Acessibilidade	Rt	Reputação turística na região
1	Muito difícil	1	Nenhuma
2	Difícil	2	Pouca
3	Razoável	3	Razoável
4	Boa	4	Boa
5	Muito boa	5	Muito boa
Fu	Facilidade de uso	Vp	Visual paisagístico
1	Muito difícil	1	Fraco
2	Difícil	2	Regular
3	Razoável	3	Interessante
4	Boa	4	Muito interessante
5	Muito boa	5	Magnífico

Para o imóvel avaliando foram aplicados os seguintes códigos:
Fatores exógenos: Ac - Acessibilidade = 4 / Rt - Reputação turística na região = 5. **Fatores endógenos:** Fu - Facilidade de uso = 5 / Vp - Visual paisagístico = 4

Aplicando a **fórmula 4**, temos:

$$FC = \{(Ac + Rt) + (Fu + Vp)\} / 15$$

$$FC = \{(4 + 5) + (5 + 4)\} / 15$$

$$FC = 1,2$$

Considerando a fórmula 2, que demonstra o relacionamento juntamente com o parâmetros e fatores que conferem correções devidas ao valor cênico de base intangível, como segue:

$VC = Vi \cdot SA \cdot Fc$ (fórmula 5)	ONDE:	Vi = valor da área sem o intangível
		SA = singularidade / atratividade
		Fc = valor corretivo representando as exógenas / endógenas

$$VC = Vi \cdot 2,40 \cdot 1,2$$

$$VC = Vi \cdot 2,88$$

$$VF = VI + VC$$

Finalmente aplicando a fórmula 1, obtém-se o valor final da avaliação imobiliária, admitindo-se também a valorização devido ao valor cênico da característica intangível dado pelos atributos locais :

$$VF = VI + Vi \cdot 2,88$$

$$VF = R\$ 132.194,40 + R\$ 132.194,40 \cdot 2,88$$

$$VF = R\$ 132.194,40 + R\$ 380.719,87$$

$$VF = R\$ 512.914,27$$

Procedendo ao arredondamento do valor final da avaliação conforme recomendação normativa, obtemos:

$$VF = 510.000,00 \text{ (quinhentos e dez mil reais)}$$

6. CONCLUSÃO

Os imóveis de base imobiliária dotados de valores paisagísticos naturais ou outros neste trabalho, admitidos como valores de base intangível ou cênico, podem ser considerados como bens de características singulares e para que possam ter as suas características corretamente avaliadas a valores de mercado exigem que sejam analisadas todas as suas características internas e externas como exposto.

Para que essa possibilidade seja efetivada, neste trabalho propõe-se a utilização de códigos alocados ponderados com o objetivo de pesar adequadamente as influências de cada característica diferente da possível de ser reproduzida com fidelidade total pela indústria da construção civil e permita encontrar uma metodologia que retorne uma estimativa provável convertida para um valor de financeiro. Concluindo, observa-se o seguinte:

Resultado final do estudo de caso

Bases consideradas	Área	Valor
Valor do imóvel de base imobiliária	53.520,00 m ²	R\$ 132.194,40
Valor do imóvel de base intangível	53.520,00 m ²	R\$ 380.719,87
Valor total do imóvel	53.520,00 m ²	R\$ 512.914,27

Como se observa, após a aplicação das técnicas propostas neste trabalho, bens imóveis dotados de características naturais que possam ser transformados em fontes de renda exclusivamente pela sua manutenção e singularidade quando analisado em relação aos demais existentes na mesma região, não devem ser avaliados somente com os recursos atualmente preconizados nas normas nacionais, pois assim se fazendo parte considerável e valorizável pode estar sendo desprezada.

Destaca as limitações da aplicação do modelo proposto através destes códigos para a avaliação de valores paisagísticos intangíveis considerados cênicos, por se tratar de uma iniciativa pioneira e que em trabalhos futuros possa vir a ser melhor equacionado segundo princípios atualmente admitidos nas normas nacionais.

Introdução de análise estrutural e estabilidade – conceitos e fundações – aplicação à queda da ciclovia Tim Maia

AUTOR:

Paulo Fábio

Bregalda

Engenheiro Civil

CREA RJ 200223004-8

Nosso objetivo primeiro é lembrar alguns conceitos iniciais de Engenharia Civil ligados à estabilidade de estruturas, tão negligenciados nos dias de hoje, tais como: tipos de apoio; reação de apoios; vínculos estruturais; fundamentos de isostática, hiperestática, isostática; estabilidade das estruturas. Esses conceitos iniciais são estudados no curso de graduação de Engenharia Civil, baseados em matemática e física elementares, tais como, sistemas de equações lineares e as três Leis de Newton. A negligência desses conceitos iniciais foram a causa primeira e decisiva para o acidente ocorrido na Ciclovia Tim Maia, provocando a queda de parte do piso/tabuleiro, com consequências fatais. Conforme mostraremos, houve várias falhas técnicas que provocaram a queda de parte da ciclovia. A causa primeira e decisiva foi o esquecimento das aulas iniciais de estruturas e estabilidade. Vamos abordar de forma sucinta as principais causas do acidente ocorrido.

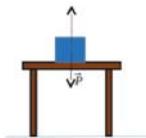
2. FUNDAMENTAÇÃO TÉCNICA

Estrutura é a parte da construção responsável pela estabilidade e pela resistência a ações externas. A estrutura submetida a ações externas deve apresentar segurança quanto à ruptura dos materiais utilizados e, também, estabilidade global ou parcial de todos seus elementos. Além disso, deve demonstrar bom desempenho estrutural, no que diz respeito às deformações e à durabilidade, de acordo com o fim e vida útil para a qual foi projetada.

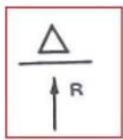


A estática é a parte da mecânica que estuda as forças em equilíbrio. Uma estrutura recebe e deve suportar as forças aplicadas sobre ela, logo a estática é o estudo das forças que mantêm um corpo em equilíbrio. Para estudar o equilíbrio de um corpo, primeiramente, é necessário conhecer os tipos de apoio e as forças de reação que cada apoio exerce sobre a estrutura. Existem três tipos de apoio: simples móvel; simples fixo e engastamento.

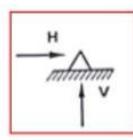
O equilíbrio entre as forças atuantes e as forças reativas é o objetivo do dimensionamento estrutural. Sobre as estruturas atuam cargas ou forças, suportadas pelos elementos estruturais através das forças reativas (reações) – conhecidas como par ação-reação de resultante nula, ou 3ª Lei de Newton ou princípio da ação e reação. No esquema a seguir, tem-se a força normal como exemplo de reação quando um corpo está apoiado em outro.



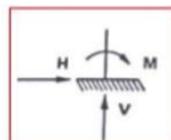
Apoios são vínculos externos de uma estrutura, tendo como função primordial limitar os graus de liberdade da estrutura. As reações externas são forças que os vínculos devem possuir para manter o equilíbrio estático da estrutura.



1º gênero

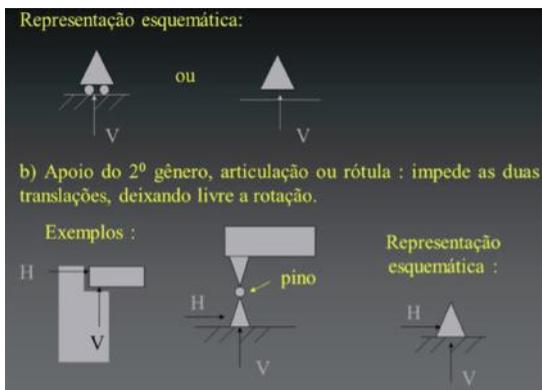


2º gênero



3º gênero

Os apoios dos elementos construtivos, denominados vínculos, impedem os movimentos de uma estrutura, translação e rotação. Os vínculos podem ser de 1ª, 2ª ou 3ª classes.



Uma estrutura estática pode ter três tipos de movimento: horizontal, vertical e girar.

1º gênero: permite dois tipos de movimento; 2º gênero permite um tipo de movimento; 3º gênero não permite movimento.

Para que uma estrutura esteja equilibrada estaticamente são necessárias três equações de equilíbrio para calcular as reações de apoio:

- Apoio de 1º gênero $\sum F_x = 0$
- Apoio de 2º gênero $\sum F_y = 0$
- Apoio de 3º gênero $\sum M_z = 0$

Os diversos tipos de Apoio e Reações:

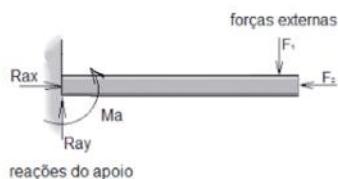
<p>Engaste</p>	<p>3 reações de apoio: - reação momento (M), - reação horizontal (H), - reação vertical (R), logo: 3 incógnitas.</p>
<p>Apoio fixo</p>	<p>2 reações de apoio: - reação horizontal (H), - reação vertical (R), logo: 2 incógnitas.</p>
<p>Apoio móvel</p>	<p>1 reação de apoio: - reação vertical (R), logo: 1 incógnita.</p>

Se alterarmos um vínculo, estaremos aumentando ou diminuindo os graus de liberdade do movimento entre as partes ligadas. Por exemplo, o apoio de uma viga engastada num pilar, portanto, não permitindo movimento inicial algum, pode, perdendo suas restrições, iniciar o giro (rotação), depois o deslocamento (translação) vertical e horizontal.

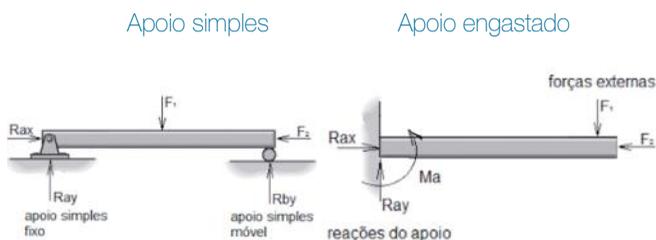
Exemplo de apoio muito utilizado em elemento estrutural:



O peso próprio da laje e o intertravamento entre os pilares, neste caso, são suficientes para manter a estrutura em equilíbrio. Não há força atuante de baixo para cima capaz de “levantar” essa estrutura, ao contrário do que ocorreu na Ciclovía Tim Maia, conforme será visto mais adiante, onde a força de uma onda provocou o levantamento da “mesa” (tabuleiro) do piso, devido à ausência de adequada reação de apoio (engaste) ao impacto da onda – força externa vertical para cima, aproximadamente, uniformemente distribuída.



Nesta ilustração veem-se dois apoios, a e b, duas forças externas atuantes: F1 (força externa somada ao peso próprio da barra) provocando as reações de apoio, Ray e Rby; F2 (força horizontal) sem reação, pois os apoios móveis permitem o deslocamento horizontal (rolete), não havendo, portanto, impedimento ao deslocamento horizontal da barra.



No apoio simples fixo existem duas reações: Ray na direção vertical, provocada pela força externa F1, e uma outra Rax na direção horizontal, provocada pela força externa F2.

No apoio engastado há três reações: a reação Rax, devido à força horizontal F2; a reação Ray, devido à força vertical F1; e o momento Ma em virtude da barra estar presa. Logo, a força F1 vai provocar uma rotação, com o momento de reação Ma impedindo que a barra gire.

2.1 ESTATICIDADE E ESTABILIDADE

As estruturas são classificadas como isostáticas – estaticamente determinadas – ou hiperestáticas – estaticamente indeterminadas – ou, ainda, em hipoestáticas. Isostáticas quando são restringidas a movimentos de corpo rígido e o número de incógnitas a determinar é igual ao número de equações de equilíbrio estático. As estruturas são consideradas hipoestáticas quando seus movimentos de corpo rígido não são restringidos e elas não atingem, portanto, uma configuração de

equilíbrio estável. São consideradas hiperestáticas quando são restringidas a movimentos de corpo-rígido e o número de incógnitas a determinar é maior do que o número de equações de equilíbrio estático.

Admite-se nesse trabalho que as estruturas são lineares, ou seja, apresentam pequenos deslocamentos e deformações e são compostas de material elástico-linear. A maioria das estruturas utilizadas na prática é hiperestática ou estaticamente indeterminada. As estruturas isostáticas são calculadas utilizando as três equações de equilíbrio. As estruturas hiperestáticas podem ser analisadas através de dois métodos clássicos da Análise Estrutural: Método das Forças e Método dos Deslocamentos, ou ainda por um método aproximado conhecido como Processo de Cross.

Uma estrutura está restringida quando possui vínculos para restringir todos os movimentos da estrutura – translação e rotação – como um corpo rígido.

- **ISOSTÁTICA** – a estrutura é restringida e o número de incógnitas é igual ao número de equações de equilíbrio. Bastam as três equações de equilíbrio para dimensioná-la.

- **HIPERESTÁTICA** – a estrutura é restringida e o número de incógnitas é maior que o número de equações de equilíbrio. Este é o caso, por exemplo, de uma viga com dois ou mais “tramos” ou apoiada em três ou mais pilares. Nesse caso, as equações da estática são em número insuficiente, deve-se, então, criar uma nova equação, como, por exemplo, as que se obtêm através de relações entre o carregamento e a deformação.

- **HIPOSTÁTICA** – a estrutura não é restringida ou o número de incógnitas é menor que o número de equações de equilíbrio. Não tem solução, a estrutura é instável.

Equações de equilíbrio:

$\sum F_x = 0$ - somatório das forças horizontais que agem no sistema é igual a zero – impede o deslocamento horizontal.

$\sum F_y = 0$ - somatório das forças verticais que agem no sistema é igual a zero – impede o deslocamento vertical.

$\sum M_z = 0$ - somatório dos momentos que agem no sistema é igual a zero – impede a rotação.

Sabemos do Teorema de Rouchè-Capelli – em discussão de Sistemas Lineares – que, em geral:

- Um sistema determinado tem o número de equações igual ao número de incógnitas, ou seja, uma solução única – caso das estruturas isostáticas. Entretanto, para ser determinado um sistema não precisa ter,

necessariamente, o número de equações igual ao número de incógnitas;

- Se o número de equações for menor que o número de incógnitas, o sistema é possível e indeterminado, possui uma infinidade de soluções – caso das estruturas hiperestáticas;
- Se o número de equações for maior que o número de incógnitas o sistema não tem solução – caso das estruturas hipostáticas –, a estrutura irá cair.

Esses conceitos simples e introdutórios são suficientes para entendermos o motivo principal da queda da Ciclovía Tim Maia.

3.A QUEDA DA CICLOVIA TIM MAIA – FUNDAMENTAÇÃO TÉCNICA

Uma onda de cerca de 2,5 metros de altura, potencializada pela mureta de contenção, derruba parte do tabuleiro da ciclovía.



Visão de ondas que são comuns no local – momento que uma onda bateu nas pedras e levantou/derrubou o “tabuleiro” da pista da ciclovía.

O estudo sobre as condições estruturais da Ciclovía Tim Maia, realizado pela Fundação Coordenação de Projetos, Pesquisas e Estudos Tecnológicos (COPPETEC) aponta que a prefeitura deve “mapear e avaliar toda a sua estrutura”, do Leblon a São Conrado. A COPPETEC, contratada para fazer uma perícia independente no local, indicou que “outros trechos da ciclovía são vulneráveis à ação das ondas”, em locais próximos ao acidente ou em outros pontos na direção de São Conrado, incluindo o calçadão, cujos pilares já são atingidos pelo mar.

Momento que uma onda similar à que levantou o tabuleiro bate nas pedras e muro de contenção, mostrando que o fato é corriqueiro, portanto, deveria ter sido previsto.

Trecho do tabuleiro de 26 metros, caído nas pedras do costão, após ter sido derrubado pela onda potencializada pela mureta.



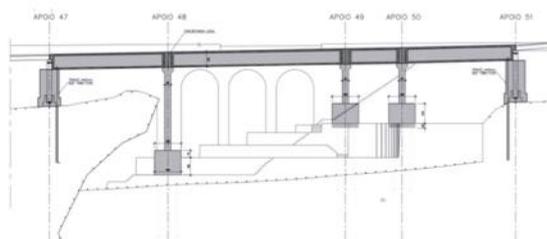
Visão do tabuleiro tombado, ficando claro, apenas observando as fotos, que estava simplesmente apoiado, não havia engaste. A estrutura não se partiu. No trecho haviam três pilares de sustentação da mesa e somente uma viga. Uma onda, cuja força exercida de baixo para cima era muito superior ao peso próprio da mesa, levantou o tabuleiro, pois este estava apenas apoiado.

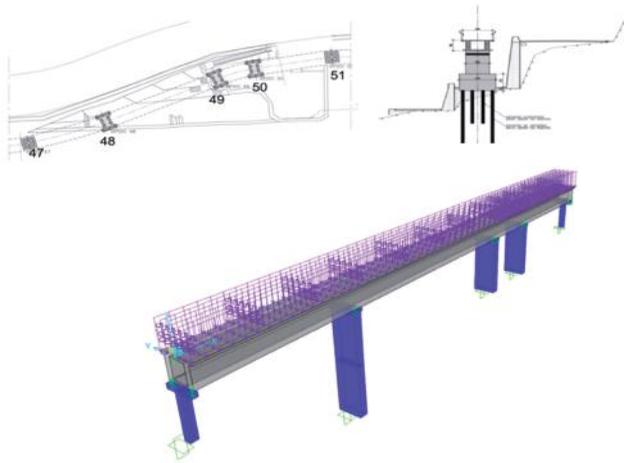
Baseado neste laudo da COPPETEC, o Ministério Público Federal pediu à justiça a paralisação das obras de imediato no trecho que desabou, além da interdição do restante, até que o estudo seja feito em toda a ciclovía. No relatório técnico, as fotos revelam que ao lado da Gruta da Imprensa, onde ocorreu o desabamento, há seis locais onde as ondas, ao se chocarem contra as paredes e muretas, produzem jatos capazes de atingir alturas elevadas, em virtude do impulso provocado pela arrebatadação, as ondas ganham mais energia. No Laudo Pericial, os engenheiros colocam que a formação desse jato, que ocasionou o colapso da ciclovía, foi suficiente para romper e deslocar o tabuleiro.

As muretas de contenção das encostas, construídas pela prefeitura, são os locais com potencial formação dos jatos. Elas potencializam a energia das ondas. O laudo informa, também, que a plataforma, entre os pilares 48 e 49, escorregou. Os engenheiros que assinam o Laudo constataram que houve um desequilíbrio do “tabuleiro ‘descolado’ de seus apoios” por ação dos jatos d’água, fazendo com que a viga deslizasse em direção ao costão para, depois, seguir em queda livre. A força da onda que chegou ao tabuleiro foi menor que “a falada num primeiro momento” e que ele tombou, “o esforço de onda foi apenas o suficiente para levantar aquela parte da ciclovía, com conseqüente escorregamento que a gravidade, após a retirada do tabuleiro de seu encaixe, fez o resto”. Além deste fato, segundo o documento, “há carência de detalhamento batimétrico, porém dados disponíveis e levando em conta o nível de maré, pode-se estimar uma profundidade de 5 metros no mar nas proximidades da Gruta da Imprensa”.

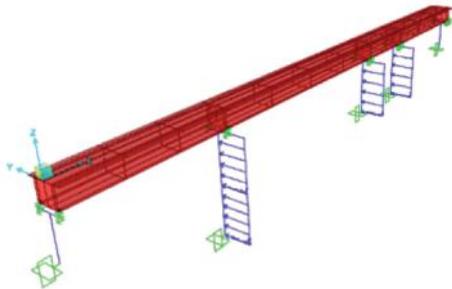
Fica claro, portanto, que a causa primeira do desabamento do trecho de 26 metros do tabuleiro da Ciclovía Tim Maia, foi devido à ausência de engaste do tabuleiro na única viga de sustentação da “mesa”, negligenciado pela falta de estudo preliminar que levasse em consideração as ondas que ocorrem no local e são potencializadas pela encosta e mureta de contenção. No dimensionamento estrutural não foi previsto que existiam forças verticais, de baixo para cima, com capacidade de levantar o tabuleiro simplesmente encaixado/apoiado.

Pressão da onda com recorrência de 100 anos – 66 KN/m² – força vertical, para cima.

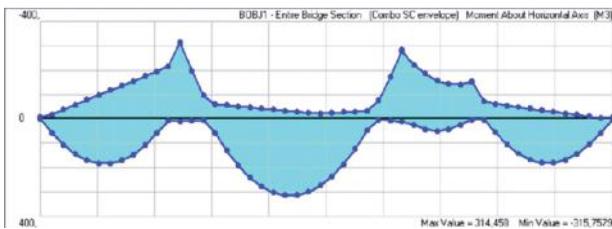




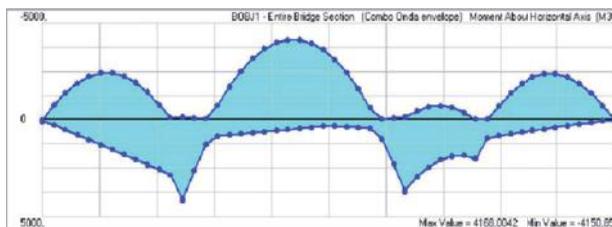
O esforço horizontal nos pilares decorrente da pressão de onda com recorrência de 100 anos.



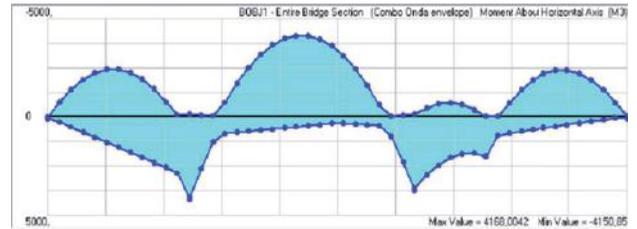
Sobrecarga de multidão – 5 kN/m2 – vertical gravitacional. Envoltória de Momento – Mk.



Pressão de onda com recorrência de 100 anos – 66 kN/m2- vertical, para cima.



Pressão de onda com recorrência de 100 anos – 66 kN/m2 + peso próprio.



Pressão de onda com recorrência de 100 anos – 66 kN/m2 + peso próprio.



Segundo os laudos realizados, a estrutura da ciclovia da avenida Niemeyer deveria ser, no mínimo, 12 vezes mais resistente para suportar a força das ondas no trecho que desabou. Esta foi a conclusão do estudo conduzido pela COPPE/UFRJ em parceria com Instituto Nacional de Pesquisas Hidroviárias (INPH), encomendado pela prefeitura do Rio de Janeiro. O acidente aconteceu no dia 21 de abril de 2016 e causou duas mortes. O trecho havia sido inaugurado três meses antes, em 17 de janeiro de 2016, a um custo de R\$ 44,7 milhões.

De acordo com a análise, uma onda de aproximadamente 3 metros de altura atingiu o paredão rochoso da Avenida Niemeyer e, com o impacto no costão, a água subiu, chegou a 25 metros de altura e assim alcançou o nível da ciclovia. A força da onda foi em torno de 3 t/m2, sendo que a estrutura da ciclovia suportava o equivalente a 0,5 tonelada no trecho atingido pelo mar. Ou seja, a força da onda foi cerca de seis vezes maior do que a estrutura poderia suportar, nesse trecho.



Existe consenso entre os calculistas que: “A ciclovia foi bem construída, mas teve um erro de projeto, que não levou em conta a possibilidade de haver um esforço de baixo para cima, causado por uma onda usual naquele ponto.”

A estrutura não se partiu, faltou ancoragem na estrutura para combater a força vertical de baixo para cima, provocada por uma onda usual.

“A estrutura está bem-feita. É possível ver que ela não se partiu. No entanto, faltou uma ancoragem vertical de baixo para cima. De cima para baixo, há o peso da própria estrutura e a carga da multidão, que é o peso das pessoas que passam. Naquele local, no entanto, onde a própria conformação rochosa faz com que as ondas subam mais alto, seria necessária uma ancoragem em sentido oposto para evitar que o tabuleiro subisse como aconteceu.”

O trecho destruído ao ser atingido por forte onda deveria ter resistência 12 vezes maior. A área da ciclovia conhecida como Gruta da Imprensa tinha estrutura de 0,55 t/m², segundo estudo do INPH. Entretanto, o trecho teria que ter 6,6 t/m². A pressão exercida pela onda sobre a ciclovia na hora do acidente era de 3 t/m², ou seja, 5,4 vezes maior do que a ciclovia poderia suportar.

Estudos das ondas nos últimos cem anos na região apontam que a maior onda no período, chamada “centenária” teve pressão equivalente a 4,4 t/m². Para refazer o trecho, é necessário aplicar um fator de segurança de 1,5, o que explica a recomendação de 6,6 t/m² para o trecho a ser reconstruído. O INPH também sugere a utilização de um sistema de alerta que interrompa o funcionamento da ciclovia quando a intensidade das ondas aumentar.

Antes e depois do desabamento do trecho da Ciclovia Tim Maia



Foto: Fábio Otta/Estadão.

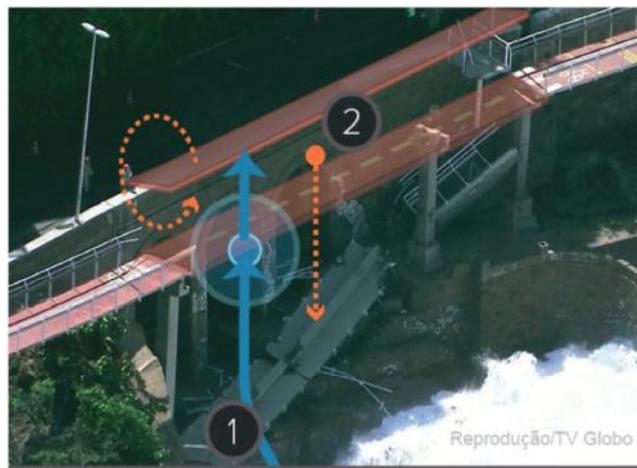
Os locais com potencial formação dos jatos, que são as muretas para contenção de encostas, são preocupantes, pois elas potencializam a energia das ondas. Ao contrário do que foi dito na época, a onda que atingiu a ciclovia não foi centenária. Segundo o laudo da COPPETEC, “pelos observações visuais obtidas durante o evento, conclui-se que não se tratou de uma ressaca extrema, eventos que ocorrem a intervalos de 40 a 50 anos, de acordo com levantamento feito através de notícias de jornal desde 1850 até 2010. Nesses eventos, observa-se ondas de até 4 metros de altura. Não se pode dizer nem mesmo que tenha sido uma ressaca típica.” A onda era

forte, mas não era “espetacular”. Na época da construção da ciclovia, os responsáveis pela obra usaram como parâmetro a altura da onda de Ipojuca, no Nordeste, que chega a 2,5 metros de altura, entretanto, sem considerar o efeito potencial das muretas de contenção. Como puderam ter usado esse padrão? Não há relação possível entre a onda de Ipojuca e a de São Conrado.

Queda da ciclovia após onda atingir parte inferior da estrutura



Foto: Custódio Coimbra/Agência O Globo, 21 abr. 2016.



A sequência dos acontecimentos, segundo o engenheiro civil e conselheiro do Crea-RJ, Antonio Eulálio:

- 1** – com o impacto da onda, o trecho da ciclovia se descola da única viga que a sustenta;
- 2** – o trecho gira no sentido da Av. Niemeyer e tomba.

O engenheiro Antonio Eulálio afirma que houve falha no projeto, já que esse esforço de baixo para cima não foi previsto e a estrutura com uma só viga difere das demais ao lado.



Observa-se que tabuleiro foi apenas encaixado/apoiado, não havia o necessário engaste para combater a força vertical de baixo para cima.



Desgaste prematuro dos materiais usados na construção da ciclovia: corrosão e fissuras nos pilares

4. CONCLUSÃO

Houve falhas no projeto, bem como negligência. Uma das questões principais foi a ausência de estudos preliminares oceanográficos. É fundamental que se façam estudos em obras costeiras para verificar os efeitos danosos que o mar pode provocar na estrutura da obra. Incrivelmente, os engenheiros envolvidos no processo, se esqueceram de considerar as ondas que poderiam atingir o tabuleiro, somente consideraram as ondas nos pilares. Foram previstas ondas de até 2,5 metros, ondas essas atingiriam somente os pilares da ciclovia e não atingiriam o tabuleiro. Entretanto, as ondas no local chegam a ter mais de 4 metros de altura e com a formação dos jatos, que são as muretas para contenção de encostas, a energia das ondas é potencializada. Esses fatos foram negligenciados.

No dia do acidente aconteceram ondas que levantaram e derrubaram o tabuleiro. Um vídeo gravado por um ciclista mostrou

o exato momento do desabamento de parte da recém-inaugurada ciclovia. Nas imagens é possível ver uma onda batendo nas pedras do costão e cobrindo totalmente a ciclovia. Obrigatoriamente, deveriam ter feito um relatório preliminar que considerasse o impacto da onda, com recorrência de 100 anos, dos ventos, etc., como soa ocorrer em obras de porte semelhante. Esse relatório mostraria que ondas acima de 4 metros ocorrem no local em dias de ressaca e que são suficientes para derrubar o tabuleiro, conforme, de fato, ocorreu. O acidente aconteceu porque o trecho que desabou estava apenas apoiado/encaixado nos pilares, não havia engaste para reagir à força vertical exercida de baixo para cima por ondas que atingem o tabuleiro. O trecho da Ciclovia Tim Maia desabou no mar após ser atingido por uma onda, porque o tabuleiro de sustentação da pista não estava preso aos pilares, apenas apoiado/encaixado, ou seja, não havia engaste que impedisse que a onda levantasse o tabuleiro.

A potencialização da energia das ondas nas muretas de contenção também não foi considerada pelos técnicos. Contrariamente ao que foi dito na época, a onda que atingiu a ciclovia não foi centenária. O laudo da COPPETEC deixa claro que não se tratou de ressaca extrema, nem mesmo que tenha sido uma ressaca típica. A onda era forte, mas não era “espetacular”. Na época da construção da ciclovia, os responsáveis pela obra usaram como parâmetro a altura da onda de Ipojuca, no Nordeste, que chega a 2,5 metros de altura. Como esse padrão aleatório pôde ter sido usado, se não há relação entre os locais e suas inerentes especificidades?

Outro dado que chama a atenção no laudo da COPPETEC é o desgaste prematuro dos materiais utilizados na construção da ciclovia, inaugurada no dia 17 de janeiro de 2016. As fotos mostram a corrosão na região do apoio dos pilares e cobertura de concreto insuficiente ao ponto de deixar as ferragens expostas. As fissuras no pilar 49 também foram indicadas no laudo da COPPETEC.

O que derrubou parte da ciclovia foi um erro de projeto, que não levou em conta a possibilidade de haver uma força de baixo para cima, causado por uma onda usual naquele ponto.

Faltou ancoragem na estrutura que estava apenas encaixada/apoiada, ou seja, a devida reação de apoio para combater a força vertical exercida de baixo para cima, impedindo, assim, a liberdade de movimento vertical, fato negligenciado, estudado no curso básico de graduação em Engenharia Civil.

Perícia em empreendimentos de Engenharia em situação de conflito com o uso de métodos de apoio à tomada de decisão com múltiplos critérios

AUTOR:

**José Antoniel Campos
Feitosa**

Engenheiro Civil

CREA RN 2102119742

1. EXPOSIÇÃO

A alocação de responsabilidades por descumprimentos contratuais, em obras de construção, é decisão complexa a ser tomada.

Em situações de conflito entre as partes contratantes, motivadas por pleitos produzidos (claims), em geral, pelo empreiteiro, cada uma se vale dos registros realizados durante a execução da avença, ou seja, o arquivo em ordem cronológica de todos os expedientes (cartas, ofícios, atas, relatórios, consultas formuladas, normas da contratante, boletins, e-mails, mensagens, etc.) trocados, residindo aí considerável percentual de sucesso da reivindicação ou de sua rechaça. Na hipótese de tais registros apontarem e, mais importante, comprovarem como causa, ou causas, da inadimplência contratual a ação de uma das partes, restaria inequívoca a responsabilização pela inexecução a essa parte; todavia, quando ambas são concorrentes – e a experiência mostra que raramente apenas uma parte é a causadora do descumprimento –, independentemente da magnitude de suas culpabilidades, a tomada de decisão acerca da responsabilidade de cada parte assume caráter complexo, pois a mente humana se vê diante de cenário inusitado, onde é instada a decidir sobre culpas e responsabilidades (conceitos intangíveis) de cada parte, tendo, por contraponto e esteio, dados reais, calculáveis, inequívocos, como atraso de obra, negligência das partes em providências que deveriam ter tomado tempestivamente e desequilíbrio econômico-financeiro do contrato (entes tangíveis), com o agravante de, assim decidindo, ainda ter que aquilatar o quantum de responsabilidade de cada um.

Definir o peso de cada causa e, ao fim, concluir pela justa dosimetria de responsabilização de cada parte, requer tomada de decisão em um cenário onde não há apenas uma causa ou critério para avaliar, mas múltiplos critérios ou causas decorrentes da ação de múltiplas partes, sendo esse o objetivo do presente estudo.

1.1 REFERENCIAL TEÓRICO

1.1.1 Métodos de apoio à tomada de decisão com múltiplos critérios

Conforme Salomon (2010), a Tomada de Decisão com Múltiplos Critérios (MCDM – Multiple Criteria Decision Making) trata do estudo da inclusão de critérios conflitantes na tomada de decisão. É uma disciplina que vem produzindo grande número de artigos e livros, desde a década de 1960.

Também conhecido como métodos MCDA (Multiple Criteria Decision Aid – Auxílio à Decisão por Múltiplos Critérios), ainda conforme o autor citado (SALOMON, 2004):

São aplicados em situações em que se necessita da análise de múltiplos (dois ou mais) critérios, ou múltiplos atributos. O MCDA é utilizado na classificação (ranking) de soluções alternativas de problemas em uma enorme variedade de campos que inclui Finanças, Gerência Ambiental e Medicina (DOUMPOS; ZOPOUNDIS, 2002). O desenvolvimento dos métodos se deu a partir de trabalhos de autores diferentes, em países diferentes.

Os métodos MCDM classificam-se em dois grandes grupos: contínuos e discretos. Barboza e Vieira (2014) definem os métodos discretos "como técnicas de suporte à decisão com finitas alternativas. Estes métodos se baseiam na definição de objetivos e critérios pelas quais as alternativas serão medidas e ranqueadas." (Grifo nosso)

A mensuração e o ranqueamento da responsabilidade de cada parte (as alternativas do método) são etapas desenvolvidas nesse estudo para a consecução do seu objetivo.

Quando, em uma decisão a ser tomada, houver mais de uma alternativa a ser selecionada, os métodos MCDM podem ser utilizados. Estando a decisão inserida em tema complexo, com diversas variáveis, objetivas e subjetivas, coexistindo e competindo entre si, tendo ou não dependências mútuas, a adoção do apoio multicriterial à tomada dessa decisão é necessária.

1.2 ESTUDO DE CASO

O estudo de caso refere-se à inexecução de um contrato administrativo, cujo objeto era a execução das obras de adequação de capacidade, duplicação de pista de rolamento, restauração, segurança de tráfego, eliminação de pontos críticos, implantação de vias marginais e construção de obras de arte especiais na BR-304/RN, no segmento do km 281,0 ao km 308,0.



Objeto do contrato. Duplicação de rodovia.

1.2.1 As partes envolvidas

O primeiro achado da perícia foi a identificação de uma terceira parte envolvida na inexecução contratual, que foi a Projetista, responsável por grande quantidade de causas da inexecução.

Dessa forma, as partes envolvidas na inexecução contratual identificadas foram as seguintes:

- Dono da obra (Contratante)
- Empreiteira (Contratada)
- Projetista

1.2.2 As causas do conflito

A perícia realizada, mediante extensiva inspeção documental em 11 processos administrativos, distribuídos em 28 volumes e mais de 4,3 mil páginas, encontrou as seguintes causas desencadeadoras da inexecução contratual:

1) Rede de apoio básica (RNs) não constante em projeto e erro de projeto locando o eixo da rodovia com 1,0 m de deslocamento planimétrico e 2,0 m de deslocamento altimétrico, impedindo a locação da obra, decorridos 140 dias após Ordem de Serviço (OS).

2) Atraso de 174 dias, em média, após OS, no fornecimento das coordenadas dos RNs, coordenadas dos eixos projetados, coordenadas de PIs e estacas do eixo.

3) Ausência no projeto das notas de serviço de terraplenagem (acessos das OAEs e vias marginais), 124 dias após OS.

4) Ausência no projeto do detalhamento das armaduras e dos comprimentos das estacas de fundação das OAEs, 131 dias após OS.

5) Identificação de erros diversos no projeto (impedimentos em jazidas e empréstimos; acostamento; CCR; rampa de acesso dos viadutos; greide da pista existente; solo mole; cadastro de interferências; etc.), decorridos 175 dias, em média, da emissão da OS.

6) Dos 14 segmentos, 12 apresentaram erros e omissões no projeto executivo, impedindo as suas execuções, 236 dias após OS.

7) Demora de 210 dias, em média, após OS, para apresentação de correção de projetos (comprimento e armadura de fundações, taludes dos viadutos, largura de plataforma, interferências, empréstimos, terraplenagem, posto da PRF, restauração, pavimentação, solo mole).

8) Atraso de 149 dias, em média, após Ordem de Serviço (OS), na contratação da supervisão da obra, do apoio à desapropriação e da gestão ambiental da obra.

9) OAEs impossibilitadas de execução, por apresentar 21 interferências de concessionárias, 5 faltas de licenciamento ambiental/ASV, 5 faltas de licença para obra hidráulica, decorridos 236 dias após OS.

10) Segmentos impossibilitados de execução, decorridos 236 dias após OS, por apresentar 38 interferências de concessionárias, 7 faltas de licenciamento ambiental/ASV, 2 faltas de desapropriação.

11) Atraso de 462 dias, em média, após OS, no envio do Inventário Florestal para obtenção da ASV e do envio do PBA, como um dos condicionantes da LIO.

12) Atraso de 180 dias, em média, após OS, para realizar a 1ª RPFO, o que impedia a execução de serviços alterados, e para ativar o contrato no SIAC, o que impedia de medir os serviços executados.

13) Demora de 343 dias, em média, após OS, para liberar áreas com potencial arqueológico, e para emissão da ASV, o que impediu a execução de serviços nessas áreas.

14) Atraso de 122 dias, em média, após Ordem de Serviço (OS), na solicitação de licenças de instalação de usinas e canteiros, de licença de uso de ocupação do solo e de outorga de direito de uso de recursos hídricos.

15) Demora de 138 dias, em média, após OS, para obtenção de licenças de instalação de usinas e canteiros e de licença de uso de ocupação do solo.

16) Atraso de 170 dias, em média, após OS, para apresentar ARTs, plano de trabalho e de ataque à obra, fornecimento de traço de CBUQ, cronograma em MS Project e projeto detalhado do canteiro de obras.

17) Não instalação de usinas de asfalto e concreto, 259 dias após OS.

18) Não obtenção das licenças ambientais referentes às jazidas e empréstimos, 259 dias após OS.

1.2.3 Metodologia proposta e aplicação

Agrupamento

Com a identificação das partes e das causas, fez-se o agrupamento, na linha do tempo do empreendimento, entre as partes, as causas e a fase do empreendimento, com o uso da Matriz de Agrupamento, ferramenta criada para esse fim durante os trabalhos periciais.

A matriz de agrupamento relacionou os seguintes grupos:

Grupo	Partes	Causas	Fases
1)	Planejamento	Dono da obra	8, 9, 10, 11 e 13
2)	Projeto	Dono da obra, Projetista	1, 2, 3, 4, 5, 6 e 7
3)	Execução	Dono da obra, Empreiteira	12, 14, 15, 16, 17 e 18
4)	Operação	Dono da obra	nenhuma

O grupo “Planejamento”, por ter como único componente o Dono da obra, tem nessa parte o único responsável pela ocorrência das causas 8, 9, 10, 11 e 13.

O grupo “Projeto” tem como componentes o Dono da obra e a Projetista, cujas responsabilidades pelas causas 1, 2, 3, 4, 5, 6 e 7 serão calculadas pela metodologia.

O grupo “Execução” tem como componentes o Dono da obra e a Empreiteira, cujas responsabilidades pelas causas 12, 14, 15, 16, 17 e 18 também serão calculadas pela metodologia.

O grupo “Operação” não tem causa relacionada a essa fase, pois o empreendimento não chegou a ser executado.

Hierarquização das causas

Identificadas as partes e as causas responsáveis pela inexecução contratual e feito o agrupamento entre elas, a etapa seguinte foi a elaboração de questionário, composto de 108 julgamentos “par a par”, a partir da matriz de comparação entre os critérios, e submetê-lo ao julgamento das partes envolvidas: Dono da obra, Empreiteira e Projetista.

A consolidação das respostas ofertadas pelas partes é apresentada na Figura 1 (excerto).

Figura 1 – Questionário (excerto)

Os fatores abaixo descritos foram determinantes para a não execução da obra. Comparando-os par a par, indique qual dos dois, A ou B, foi mais importante. Depois, indique numa escala de 1 a 9 o quanto esse fator foi mais importante do que o outro.			Julgamentos		
			Julgador	A ou B ?	(1 a 9)
A	X	B			
1) Rede de apoio básica (RNs) não constante em projeto e erro de projeto locando o eixo da rodovia com 1,0 m de deslocamento planimétrico e 2,0 m de deslocamento altimétrico, impedindo a locação da obra, decorridos 140 dias após Ordem de Serviço (OS).	X	8) Atraso de 149 dias, em média, após Ordem de Serviço (OS), na contratação da supervisão da obra, do apoio à desapropriação e da gestão ambiental da obra.	DONO DA OBRA	A	6
			EMPREITEIRA	A	9
			PROJETISTA	B	9
			CONSOLIDADO	A	8
1) Rede de apoio básica (RNs) não constante em projeto e erro de projeto locando o eixo da rodovia com 1,0 m de deslocamento planimétrico e 2,0 m de deslocamento altimétrico, impedindo a locação da obra, decorridos 140 dias após Ordem de Serviço (OS).	X	9) OAEs impossibilitadas de execução, por apresentar 21 interferências de concessionárias, 5 faltas de licenciamento ambiental/ASV, 5 faltas de licença para obra hidráulica, decorridos 236 dias após OS.	DONO DA OBRA	A	9
			EMPREITEIRA	A	9
			PROJETISTA	B	9
			CONSOLIDADO	A	9
1) Rede de apoio básica (RNs) não constante em projeto e erro de projeto locando o eixo da rodovia com 1,0 m de deslocamento planimétrico e 2,0 m de deslocamento altimétrico, impedindo a locação da obra, decorridos 140 dias após Ordem de Serviço (OS).	X	10) Segmentos impossibilitados de execução, decorridos 236 dias após OS, por apresentar 38 interferências de concessionárias, 7 faltas de licenciamento ambiental/ASV, 2 faltas de desapropriação.	DONO DA OBRA	A	8
			EMPREITEIRA	B	8
			PROJETISTA	B	9
			CONSOLIDADO	B	9

As respostas foram modeladas utilizando-se o software SuperDecisions, específico para os métodos de MCDM, como o ANP – Analytic Network Process, do qual o método AHP é um caso particular.

O ranking das causas determinantes para a não execução do objeto, denominado de Vetor de prioridades, é apresentado na Figura 2.

Ordem	Causa	Percentual de responsabilidade de cada causa pela inexecução contratual da obra
1ª	11) Atraso de 462 dias, em média, após OS, no envio do Inventário Florestal para obtenção da ASV e do envio do PBA, como um dos condicionantes da LIO	13,8%
2ª	3) Ausência no projeto das Notas de serviço de terraplenagem (acessos das OAEs e vias marginais), 124 dias após OS	9,4%
3ª	13) Demora de 343 dias, em média, após OS, para liberar áreas com potencial arqueológico, e para emissão da ASV, o que impediu a execução de serviços nessas áreas.	8,1%
4ª	10) Segmentos impossibilitados de execução, decorridos 236 dias após OS, por apresentar 38 interferências de concessionárias, 7 faltas de licenciamento ambiental/ASV, 2 faltas de desapropriação.	8,0%
5ª	7) Demora de 210 dias, em média, após OS, para apresentação de correção de projetos (comprimento e armadura de fundações, taludes dos viadutos, larg. plataforma, interferências, empréstimos, terraplenagem, posto da PBF, restauração, pavimentação, solo mole)	7,7%
6ª	6) Dos 14 Segmentos, 12 apresentaram erros e omissões no projeto executivo, impedindo as suas execuções, 236 dias após OS	7,5%
7ª	14) Atraso de 122 dias, em média, após Ordem de Serviço (OS), na solicitação de licenças de instalação de usinas e canteiros, de licença de uso de ocupação do solo e da outorga de direito de uso de recursos hídricos	7,2%
8ª	15) Demora de 138 dias, em média, após OS, para obtenção de licenças de instalação de usinas e canteiros e de licença de uso de ocupação do solo.	7,2%
9ª	2) Atraso de 174 dias, em média, após OS, no fornecimento das coordenadas dos RNs, coordenadas dos eixos projetados, coordenadas de PIs e estacas do eixo.	7,0%
10ª	1) Rede de apoio básica (RNs) não constante em projeto erro de projeto locando o eixo da rodovia com 1,0 m de deslocamento planimétrico e 2,0 m de deslocamento altimétrico, impedindo a locação da obra, decorridos 140 dias após Ordem de Serviço (OS).	5,9%
11ª	5) Identificação de erros diversos no projeto (impedimentos em jazidas e empréstimos; acostamento; CCR; rampa de acesso dos viadutos; greide pista existente; solo mole; cadastro de interferências; etc), decorridos 175 dias, em média, da emissão da OS	5,6%
12ª	8) Atraso de 149 dias, em média, após Ordem de Serviço (OS), na contratação da supervisão da obra, do apoio à desapropriação e da gestão ambiental da obra.	3,9%
13ª	12) Atraso de 180 dias, em média, após OS, para realizar a 3ª RFFO, o que impediu a execução de serviços alterados, e para ativar o contrato no SIAC, o que impediu de medir os serviços executados.	3,6%
14ª	18) Não obtenção das licenças ambientais referentes à jazidas e empréstimos, 259 dias após OS.	3,1%
15ª	9) OAEs impossibilitadas de execução, por apresentar 21 interferências de concessionárias, 5 faltas de licenciamento ambiental/ASV, 5 faltas de licença para obra hidráulica, decorridos 236 dias após OS.	1,2%
16ª	16) Atraso de 170 dias, em média, após OS, para apresentar ARTs, plano de trabalho e de ataque à obra, fornecimento de traço de CBUQ, cronograma em MS Project e projeto detalhado do canteiro de obras.	0,4%
17ª	17) Não instalação de usinas de asfalto e concreto, 259 dias após OS.	0,3%
18ª	4) Ausência no projeto do detalhamento das armaduras e dos comprimentos das estacas de fundação das OAEs, 131 dias após OS.	0,3%
	TOTAL	100,0%

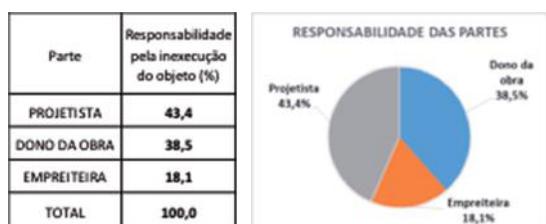
Figura 2 – Vetor de prioridades (ranking das causas)

Quantificação de responsabilidades

A utilização do método AHP, nessa fase do processo de responsabilização, cujo paralelo com essa metodologia seria a fase de seleção das alternativas, produziria uma responsabilização residual que poderia não existir ou não ser cabível.

Por essa razão, nessa fase de quantificação e alocação de responsabilidades pelas causas já identificadas e hierarquizadas, o procedimento será o de aplicação direta de pesos (0 a 1), conforme o entendimento do julgador quanto à participação da parte envolvida na ocorrência da causa.

O resumo da responsabilização das partes está descrito na Figura 3.



1.2.3 Resultado da perícia

A perícia teve duração de 60 dias, seguido de igual período de mediação, tendo ao fim apurado os seguintes fatos:

- Destacaram-se 18 causas como as principais responsáveis pela inexecução do contrato;
- Três partes estiveram envolvidas como responsáveis por essas causas: o Dono da obra, a Empreiteira e a Projetista;
- A responsabilidade pela inexecução contratual ficou assim distribuída:
 - o Projetista: 43,4%
 - o Dono da obra: 38,5%
 - o Empreiteira: 18,1%
- O dano financeiro foi de R\$ 2.610.792,92, equivalente ao saldo cabível à Empreiteira como indenização;
- Do valor do dano, coube ao Dono da obra arcar com R\$ 1.227.072,67 e à Projetista, com R\$ 1.383.720,25.

O rigor científico verificado na elaboração e aplicação da metodologia, que culminou com os valores finais apresentados às partes, encerrou o conflito que já perdurava por 12 meses, possibilitando a convocação da licitante classificada em 2º lugar para a continuação do contrato.

O cronograma descrito na Figura 4 demonstra e valida a eficácia da metodologia empregada.



Figura 4 – Cronologia das ocorrências contratuais

2. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

A abordagem tradicional que a Administração Pública reserva aos contratos administrativos em situação de conflito necessita oxigenação.

Encurralado por Acórdãos e Termos de Ajustamento de Conduta (TACs), e sob a constante ameaça de responder a Processo Administrativo Disciplinar (PAD), o gestor público, e mesmo o Fiscal de contrato administrativo, observa cada vez mais esses expedientes, enquanto relega a segundo plano as possibilidades que a ENGENHARIA (Engenharia Civil, Engenharia de Custos, Engenharia de Produção, Engenharia Consultiva, Perícia de Engenharia, Gerenciamento de Projetos, Pesquisa Operacional, etc.) lhe oferta.

Enquanto a Administração Pública não recepciona as ferramentas de gestão de conflitos contratuais vistos nesse estudo, cabe ao gestor público a busca por alternativas mais eficientes de enfrentamento de controvérsias, em homenagem ao princípio da eficiência, da verdade real e em cumprimento à Constituição Federal, que impõe que seja assegurado a todos o princípio da razoabilidade da duração do processo, no âmbito judicial e administrativo.

A eficiência do uso dos métodos MCDM, utilizada e validada no presente estudo, coloca-se como uma dessas alternativas.

Risco de explosão e incêndio em réguas de distribuição – gases medicinais em hospitais

AUTORES:

**Amarílio da Silva
Mattos Jr.**

Engenheiro Químico
CREA BA 11848-D

Inálvaro Nazare Soares

Engenheiro Civil
CREA BA 16045

1. INTRODUÇÃO

O objetivo desse trabalho é de levantar um alerta para os profissionais de perícia, os fornecedores de régua para gases medicinais e das partes envolvidas com acidentes em hospitais e ambulatorios. Dados levantados em sites da internet mostram que uma parte dos incêndios relata sinistro de explosão acompanhado de princípio de incêndio. Em alguns casos mencionam cilindros de oxigênio. Na maioria dos incidentes ou princípios de incêndios relatados não se obtêm a causa do sinistro.

Este trabalho e o estudo de caso citado foram embasados em informações apuradas em pesquisa na internet, na literatura, dos documentos apresentados no estudo de caso, cotejando-as com os dados obtidos da legislação, normas técnicas e literatura especializada de casos semelhantes anteriores, experiência dos peritos e da análise crítica deste conjunto de informações.

As notícias de incêndio pesquisadas neste trabalho apenas informam que uma perícia deve ser feita para identificar a causa. De 16 casos estudados, 6 deles mencionam curto-circuito ou explosão seguida de incêndio. Dos 6 casos, 2 deles mencionam que o fogo ficou restrito a um cômodo. Em outros 2 mencionam explosão com oxigênio.

Uma explosão é um processo caracterizado por súbito aumento de volume e deslocamento de ar, com grande liberação de energia, acompanhado por alta temperatura, produção de gases e forte estrondo.

O triângulo do fogo é a representação dos três elementos necessários para iniciar uma combustão. Esses elementos são: o combustível que fornece energia para a queima, o comburente que é a substância que reage quimicamente com o combustível (oxigênio) e a temperatura de ignição que é necessária para iniciar a reação entre combustível e comburente. Para que se processe esta reação, os três elementos devem estar presentes.



Os materiais combustíveis estão presentes no nosso dia a dia. Como combustíveis podemos citar móveis, cortinas, tapetes, colchões e almofadas de espuma, plásticos, madeira, roupa, brinquedos plásticos, gás de cozinha, etc.

Como ignição ou centelha temos algumas opções bem comuns e que não nos damos conta que geram fagulhas, como interruptores de luz, tomadas, atrito entre metais, cinza de cigarro, brasa de churrasqueira, relé de geladeira, para não falar dos óbvios geradores de fagulhas como fósforo e isqueiro.

O terceiro componente ou comburente (oxigênio) está presente na atmosfera com 21% de concentração, na sua composição ao nível do mar.

Este trabalho vai versar sobre um cenário específico onde as condições de instalação e de trabalho de um quarto de hospital, de UTI ou de ambulatorio, onde estando presentes os três elementos do triângulo do fogo o risco de ocorrência do sinistro é muito grande.

Todos os hospitais usam gases medicinais nos quartos para tratamento de seus pacientes. Estes gases são: oxigênio, ar comprimido, nitrogênio entre outros. Para facilitar o acesso e uso foi criado painel ou régua na cabeceira das camas dos quartos, onde existem engates rápidos para uso dos gases citados, como, por exemplo, para se conectar um aparelho de respiração para uso no paciente.

Nesta mesma régua são instaladas tomadas de 110 V ou 220 V para serem usadas por aparelhos de UTI ou outros aparelhos médicos de suporte aos pacientes (Fotos 1 e 2).

As réguas na cabeceira das camas têm o objetivo de colocar todas as utilidades médicas (gases, vácuo e energia) à disposição do corpo médico, de forma a atender os pacientes com rapidez e presteza. Isto tudo deve ocorrer com fácil acesso, de forma estética, de fácil higienização e sem ter que se abaixar para ligar um aparelho na tomada ou encaixar um tubo de oxigênio.

O trabalho vai mostrar a situação de risco presente nestas instalações em qualquer hospital no Brasil ou no mundo.

2. METODOLOGIA

Buscamos através de variados métodos obter dados suficientes para determinar as causas e razões porque acidentes com princípio de incêndio estão ocorrendo em quartos de hospitais, UTIs e/ou ambulatórios, nas régua de gases medicinais.

As ações metodológicas principais foram:

- Coleta de informações das pessoas presentes;
- Desmonte dos painéis (também conhecidos por régua) sinistrados e outros próximos não sinistrados;
- Inspeção local das instalações dos gases medicinais com amplo registro fotográfico;
- Inspeção local das instalações elétricas também com registro fotográfico;
- Inspeção visual das áreas da edificação atingidas e das áreas adjacentes e registro fotográfico;
- Verificação da existência de um ou múltiplos focos de incêndio para formular as hipóteses das suas causas mais prováveis.

Em todas as ações acima citadas, buscamos coletar o maior número possível de dados sobre o evento, por meio de observação direta dos locais e oitiva dos engenheiros, técnicos e testemunhas.

O trabalho constou de três etapas distintas:

- Etapa de campo – através de visita e vistoria, no caso apresentado, com análise visual no local da ocorrência observando os danos existentes, suas possíveis causas e do seu entorno, bem como em outras UTIs para comparativo das hipóteses.

- Etapa de análise – onde foram estudadas as informações, dados, fotos, jornais, internet, entrevistas e documentos, para identificação das causas mais próximas e possíveis, as consequências e tecer recomendações necessárias.

- Etapa de elaboração – finalizando com a elaboração deste trabalho de perícia, contendo as descrições das não conformidades, hipóteses das causas, conclusões e recomendações.

3. ANÁLISE E DISCUSSÃO

a) Literatura e Normas Técnicas:

As normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) são bastante claras com relação a uso de gases medicinais. Algumas destas normas são citadas a seguir.

A norma NBR 11906 versa sobre conexões roscadas para postos de utilização sob baixa pressão, para gases medicinais, gases para dispositivos médicos e vácuo clínico, para uso em estabelecimentos de saúde.

A norma NBR 12188 trata de sistemas centralizados de suprimento de gases medicinais.

A norma NBR 13164 trata dos tubos flexíveis para condução de gases medicinais sob baixa pressão.

Entre outros documentos usados no trabalho, temos a Ficha de Informação de Produtos Químicos (FISPQ) para oxigênio comprimido, da empresa IBG Indústria Brasileira de Gases, que referenda os riscos de manuseio de oxigênio comprimido e menciona que o oxigênio é altamente explosivo na concentração de 99%, bastando para isto haver uma fonte de calor ou faísca. O texto cita: “[...] pode explodir sob ação do calor”.

O oxigênio concentrado se comporta de modo diferente. Esse oxigênio puro e em alta pressão, a partir de um cilindro ou tanque, é muito reativo e pode reagir violentamente com materiais comuns tais como o óleo e graxa e com outros materiais pode pegar fogo espontaneamente. Esses materiais são incompatíveis com a presença do oxigênio concentrado (99%), principalmente de forma confinada.

Conforme a NBR 12188, no seu item 5.7 Postos de utilização do gás, tem-se:

[...] 5.7.7 No caso de uso de painéis de cabeceira (régua) ou colunas (retráteis ou fixas), os sistemas de gases medicinais devem ser instalados em compartimentos fisicamente separados, por vedação hermética, das instalações elétricas. Os painéis frontais devem apresentar abertura para arejamento permitindo, em caso de vazamento, o escape do gás para o ambiente. (Grifo nosso)

Como o uso e manuseio de gás oxigênio comprimido e em alta concentração (99%) se torna um gás perigoso, a literatura lista e menciona vários cuidados que devem ser tomados por usuários e partes envolvidas em instalações, construções, uso, manutenção e outras.

Cuidados com oxigênio enriquecido a 99%: o oxigênio por si só não é um combustível, mas um oxidante. Oxigênio enriquecido é o termo frequentemente usado para descrever situações em que o nível de oxigênio é maior do que no ar. Por ser o oxigênio incolor, inodoro e insípido, sua presença numa atmosfera de oxigênio enriquecido não pode ser facilmente detectada pelos sentidos humanos, causando grandes riscos de explosão e incêndio.

O principal perigo para as pessoas de uma atmosfera rica em oxigênio é que a roupa ou o cabelo pode facilmente pegar fogo, causando queimaduras graves ou até mesmo fatais. Por exemplo, as pessoas podem facilmente envolver suas roupas e camas em chamas por fumar durante o tratamento com oxigênio para dificuldades respiratórias.

Cuidado com eletricidade próxima a oxigênio: o oxigênio deve ser afastado de todas as instalações elétricas por distância e também por anteparos físicos. Atentar para que a parte elétrica (tomadas, interruptores de iluminação, interruptor de emergência e outras utilidades elétricas) fique a uma boa distância da central de gases (oxigênio e outros) principalmente quando estiver sendo usado, além de se ter um controle da manutenção elétrica (aperto nas tomadas, verificação de temperatura na fiação, mudança periódica das tomadas estragadas, etc.).

b) Estudo de Caso:

Este estudo de caso foi sobre uma perícia executada pelos autores deste trabalho.

Será avaliado um incidente com pequena explosão e princípio de incêndio ocorrido em um hospital, na sua Unidade de Tratamento Intensivo (UTI). O incêndio ocorreu em um leito da UTI e ficou restrito a este quarto. Houve muita fumaça, que rapidamente se dissipou. O fogo foi contido pela brigada e pelo sprinkler do hospital. Foi ouvido um estrondo seguido de incêndio do colchão do leito atingindo as costas do paciente.

I. Descritivo do local sinistrado:

No local do sinistro (leito da UTI), além dos móveis e equipamentos pertinentes, existem diversas instalações especiais, dentre elas um painel na parede da cabeceira da cama (também conhecido como régua) com gases medicinais levados por tubulações com engates rápidos, bem como algumas tomadas elétricas, interruptores da iluminação e interruptores de emergência próximos. Os gases medicinais encontrados foram: oxigênio, vácuo e ar comprimido e as tomadas com 220 V, vide fotos adiante:

Fotos 1 e 2 – Vista do painel (régua) na parede da cabeceira do leito, com tomadas e engates rápidos para saída de gases medicinais:



Observou-se que o colchão do leito era revestido de um plástico azul para higienização. Sobre este são colocados colchões de espuma conhecidos como “casca de ovo” para evitar escaras (feridas também conhecidas por úlceras de pressão) nos pacientes. Estes colchões são feitos de poliuretanos e queimam muito facilmente liberando gases tóxicos como HCN (gás cianídrico).

II. Depoimento de testemunhas

O gerente de manutenção relatou fatos sobre o incidente e forneceu dados sobre o sinistro. Descreveu que o paciente dormia e em torno de 1h30 da manhã ocorreu uma explosão e o colchão de espuma (casca de ovo) entrou em combustão queimando as costas do paciente. O sprinkler local entrou em funcionamento apagando o incêndio, e o paciente foi socorrido. O material do colchão principal não foi atingido, apenas o “casca de ovo”.

A UTI do hospital tem vários leitos sendo que no leito do sinistro dormia um paciente que necessitava de observação. No momento do incidente havia no quarto da UTI três aparelhos ligados ao painel de tomadas (220 V) e apenas um deles estava operando (o monitor). A cama elétrica e o respirador estavam conectados à tomada, porém sem carga.

O gerente relatou também que após o sinistro, revisaram as

tomadas de outros leitos das UTIs e encontraram indícios de aquecimento em algumas delas (escurecimento de fios e parafusos). Relatou também que inspecionaram os engates rápidos dos gases e encontraram alguns vazamentos. Os engates são de latão niquelado, aço inox ou plástico com rosca e “o-ring” de vedação, vide fotos adiante.

Foto 3 – Tubo flexível com curva de 90° (preto), que evita o plástico do flexível de tensionar, dobrar e enfraquecer as paredes do tubo.

Foto 4 – O tubo flexível (amarelo) está sob tensão, com risco de forçar a vedação e permitir vazamento. Fios e tubos de gases juntos no mesmo compartimento. Descorridade segundo a norma NBR 12188.



Ao vistoriar o leito do local do sinistro foram encontradas algumas não conformidades. Os painéis encontrados nos leitos da UTI são de metal afixados na parede com dois compartimentos conjugados, com dimensão aproximada de 100 cm x 35 cm (Fotos 1 e 2).

No painel sinistrado foi identificado que um compartimento serve para engates dos gases (ar comprimido, oxigênio e vácuo) e o outro para as tomadas (220 V), para serem usados pelos aparelhos da UTI e outras utilidades. Está também liberado para ser usado pelos pacientes ou acompanhantes destes, para carregar ou ligar aparelhos diversos (celulares, tablet, ipod, etc.). Observou-se que a área destinada à entrada dos gases medicinais estava no mesmo compartimento (área) da entrada da fiação elétrica sendo uma não conformidade e condição insegura de risco de explosão/incêndio, e descumprindo os preceitos normativos de construção. Os compartimentos deveriam ser estanques ou herméticos, sem comunicação entre si. Conforme preceitos da norma ABNT NBR 12188/2016, o compartimento do painel com os engates rápidos dos gases deveria ser exposto ou aberto (devendo ser furado em peneira) permitindo a dissipação de gases para o ambiente visando arejar o painel/compartimento e evitando criar confinamento (compartimento fechado) que proporcione o acúmulo de gases, principalmente o oxigênio. O painel não atendia essa exigência.

Além do gerente de manutenção, o engenheiro electricista do hospital também foi entrevistado, informando que, depois do sinistro as tomadas e engates rápidos das outras camas/leitos de todo o hospital foram revisados, encontrando alguns pontos de aquecimento nas tomadas; foram encontrados também diversos engates rápidos com vazamento de oxigênio e outros gases. Descreveu-se que em um momento de quietude conseguiu-se ouvir o som de “assovio” do vazamento de gases medicinais nos quartos de UTIs.

Foi conversado também com o funcionário da manutenção

(oficial de gasoterapia), que abriu vários painéis para vistoria. Com a ajuda dele identificaram-se algumas não conformidades aqui descritas. Relatou-se e foi observado que em alguns painéis os tubos flexíveis ficam dobrados submetidos à tensão, o que causaria enfraquecimento destes. O recomendado seria utilizar uma curva de 90° para o tubo não flexionar em espaço pequeno e com o tempo perder a resistência (Fotos 3 e 4).

Comentários:

- O local não foi periciado por peritos públicos oficiais (Corpo de Bombeiros e/ou Polícia Civil e/ou Defesa Civil, dentre outros). O fogo foi imediatamente controlado pelos equipamentos e pessoal do hospital. O CREA foi ao hospital e vistoriou o local do sinistro.

- Observou-se que o sinistro atingiu basicamente o painel e o leito hospitalar, causou o acionamento do sprinkler (que atuou e alagou o quarto). Para preservar as vidas e o patrimônio, os funcionários e a brigada de incêndio do hospital atuaram com rapidez, usando extintores e minimizando os danos do sinistro.

III. Hipóteses

Todas as hipóteses foram levadas em consideração até serem descartadas por evidência, provas, ou declaração de testemunhas, para identificar o foco, origem e desenvolvimento da explosão seguida de incêndio.

Verificou-se em outros leitos de UTIs vazamento nas tubulações dos gases medicinais, que poderia ser devido a uma válvula com vazamento ou mangueira partida, solta ou furada. As principais causas destacadas desse evento (explosão seguida de pequeno incêndio) são o uso de oxigênio próximo à eletricidade desse painel e em outros leitos das UTIs.

Para efeito de análise desenvolveram-se estudos e pesquisas baseadas em hipóteses excludentes:

Hipótese A – O incêndio começou de fora para dentro do painel

Considerou-se o ambiente no entorno do leito da UTI já descrito (sem presença humana ativa, pois o paciente estava dormindo e a enfermagem em standby) sem calor, vapores volatilizados, cigarros, ligação de celulares ou outras fontes de ignição como fagulha, centelha, faísca ou chama, mesmo que pontuais. Assim, não se observou uma fonte de ignição exterior ou na sala da UTI.

Na hipótese de uma destas condições ter existido a explosão e princípio de incêndio seria em ambiente aberto. Admitindo-se que uma ação humana tenha gerado uma fagulha, como, por exemplo, interruptores de iluminação ou interruptor de emergência, seria então um cenário ou hipótese de explosão em ambiente aberto (sala da UTI).

Contudo, para que essa condição seja satisfeita, será necessário pressupor que havia alguém ou algum equipamento externo naquela área, fato descartado pelos entrevistados e também por não haver vítima ativa (sabe-se que o paciente do leito estava dormindo e seus ferimentos foram por calor no colchão e não pela explosão), que seria atingida pela explosão e sairia ferida, além de deixar todo o quarto chamuscado, empretecido pela combustão ou explosão. Não foi o quadro encontrado.

O encontrado no local do sinistro foi a parede onde a régua estava afixada chamuscada e com fortes indícios de que a explosão foi interna ao painel.

Foto 5 – Painel do quarto da UTI onde ocorreu o sinistro. Vista do foco da explosão próximo à área de tomadas elétricas. Nem toda a área externa do painel está chamuscada. Prova que a explosão foi de dentro para fora.



Assim fica totalmente descartada a hipótese de fogo externo para dentro do painel.

Hipótese B – O incêndio começou de dentro para fora do painel

Nesta segunda hipótese formulada, admite-se que foi um vazamento de oxigênio que ficou confinado no painel e, em contato com a instalação elétrica deste (tomadas, interruptor de iluminação, fiação plástica ou interruptor de emergência), produziu faísca ou calor, causando a explosão em contato com o oxigênio.

A fonte de ignição poderia ser um curto-circuito (contato entre fios). Para provar ou descartar essa causa de curto-circuito, procurou-se no local da ocorrência a existência de cobre fundido em fiação e cabeamentos, sob a forma de gotas ou pérolas, em áreas localizadas internas e externas ao painel, principalmente nas proximidades das tomadas, conectores, ligações, interruptores, fios e/ou interruptores de emergência, dentre outros. Verificou-se que os fios nestas regiões apresentavam isolamentos queimados, mas os terminais não estavam fundidos ou arredondados (em gotas ou pérolas, como consta na literatura específica para evidenciar a ocorrência de curtos-circuitos) nos locais vistoriados.

Sabendo-se que não havia pessoas manipulando nenhum equipamento desse painel considerou-se que algum ponto da tomada estava com aquecimento e em contato com o oxigênio (escapando do conector) confinado em alta concentração (99%) desencadeou a explosão.

Dinâmica e evolução da hipótese B:

1) O calor da explosão causou diversos pontos ígneos e espalhou-os causando um princípio de incêndio externo que, com o calor, removeu o isolamento dos fios, pois não se observa o curto-circuito entre condutores periciados pontualmente, nos dispositivos e nem na fiação.

2) Verificou-se a condição das caixas de controle, dos cabeamentos, da fiação, das luminárias internas e externas visando buscar onde ocorreu o foco inicial que deu origem à explosão/incêndio. Caso fosse o elemento ígneo – foco do incêndio –, esse ponto deveria ser significativamente diferente dos demais que foram queimados, o que não foi verificado.

Fotos 6 e 7 – Vista de fiação queimada de fora para dentro do fio.



3) Admite-se que o sinistro teve foco próximo à área de tomadas elétricas (abaixo do painel), porém não se originou de curto-circuito, pois o calor no isolamento dos fios demonstra que veio de fora para dentro do fio.

Assim, conclui-se que, provavelmente, havia oxigênio confinado e em grande concentração (99%) dentro do painel (que NÃO é hermeticamente fechado), e que, com uma faísca da ligação automática do monitor ou do calor produzido pelo consumo normal do aparelho ligado na tomada desse painel (monitor, leito, etc.) do paciente, tiveram o efeito ígneo produzindo a explosão e que, a partir do lançamento de resíduos incandescentes, originou o princípio de incêndio no colchão casca de ovo.

IV. Causas prováveis

Neste estudo de caso, como foi executado pelos autores deste trabalho, teve-se a oportunidade de mencionar certos fatos que direcionam com grau de certeza muito alta sobre as hipóteses e a causa mais provável.

Na vistoria foram verificados diversos painéis com espaços confinados entre gases e eletricidade (Foto 8). Sabe-se que alguns dos incidentes mais graves de oxigênio relatados envolveram vazamentos de mangueiras soltas, furadas, danificadas, sempre em espaços confinados e com presença de pontos de ignição (eletricidade ou outros). Quando o risco de enriquecimento de oxigênio é alto, como em espaço confinado ou lugares com pouca ventilação, o uso de equipamentos de monitoramento de oxigênio ambiental é aconselhável e, dependendo da operação industrial, exigível.

Foto 8 – Vista de tubulação de gases e tomadas elétricas muito próximas. Mostra espaço confinado, porém não hermeticamente separado.



Foto 9 – Observam-se tubos flexíveis e os fios derretidos, todos no mesmo compartimento. No compartimento de cima os engates rápidos e fios azul e amarelo estão intactos.



4. CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES

As normas ABNT citadas neste trabalho e na bibliografia não estão sendo seguidas. Fica clara a falta de separação física entre as tomadas de eletricidade e as saídas dos gases medicinais, especialmente o oxigênio a 99%.

Assim, conclui-se indubitavelmente que esses painéis em uso atualmente na maioria dos hospitais do país devem ser refeitos para estar em conformidade com a referida norma.

Este trabalho mostra e prova que as régua são inadequadas, não conformes e podem ser retiradas sem

nenhum prejuízo do trabalho médico ao tratamento dos pacientes. Basta instalar as tomadas e os engates rápidos nas paredes.

As normas reguladoras da ABNT demandam que as régua de cabeceira ou painel, sejam instaladas em compartimento fisicamente separados, por vedação hermética das instalações elétricas. Os compartimentos frontais devem apresentar abertura para arejamento em caso de vazamento dos gases.

A régua ou painel de cabeceira, na sua maioria, não segue a norma da ABNT NBR 12188, posto que no item 5.5.7 diz:

No caso de uso de painéis de cabeceira (régua) ou colunas (retráteis ou fixas), os sistemas de gases medicinais devem ser instalados em **compartimentos fisicamente separados, por vedação hermética, das instalações elétricas**. Os painéis frontais devem apresentar **abertura para arejamento** permitindo, em caso de vazamento, o escape do gás para o ambiente. (Grifo nosso)

O cenário abaixo pode ser recriado a qualquer momento em qualquer quarto de hospital no mundo, se as condições descritas ocorrerem ao mesmo tempo ou no mesmo momento.

- Presença de oxigênio 99% (vazamento);
- Espaço confinado (régua);
- Temperatura alta ou calor ou faísca (tomada).

O oxigênio é altamente explosivo na concentração de 99%, bastando para isto haver uma fonte de calor ou faísca, de acordo com FISPQ da IBG: “[...] pode explodir sob ação do calor”.

Fica claro que o painel utilizado no hospital do estudo de caso, nos leitos da UTI e outros leitos, não tem vedação hermética e estanque. Mesmo no de compartimento separado, o painel não tem vedação hermética, nem entre os dois compartimentos, nem entre o compartimento e a parede. Em ambas as configurações de montagem, qualquer vazamento de oxigênio irá colocar os fios em contato com o oxigênio 99%, criando uma condição insegura e uma não conformidade com a norma NBR 12188.

A recomendação de forma a mitigar ou eliminar as causas deste tipo de sinistro, e evitar a recorrência, é a eliminação de um dos três elementos que causaram a explosão. De forma a eliminar as condições inseguras e as não conformidades com alto grau de segurança, adequando 100% as normas, recomenda-se retirar o painel da parede ou alterar o projeto do painel de cabeceira. O projeto do painel disponível hoje no mercado não é seguro e não está em conformidade com a norma NBR 12188.

Outro item que deve ser mencionado e analisado com mais detalhes é o material do colchão “casca de ovo”. A espuma de poliuretano é altamente inflamável e libera gases tóxicos como HCN (gás cianídrico). Recomenda-se avaliar a troca deste material para espuma retardante de chama e de material (espuma) que não libere gás cianídrico.

De forma sumária:

“A condição insegura do painel atual e não conforme continua presente nos hospitais e ambulatórios no Brasil e no mundo, podendo ocorrer sinistro similar a qualquer momento.”

Acompanhe o CREA-PR no Instagram



CREA-PR

Conselho Regional de Engenharia
e Agronomia do Paraná

AGENDA CURSOS 2018

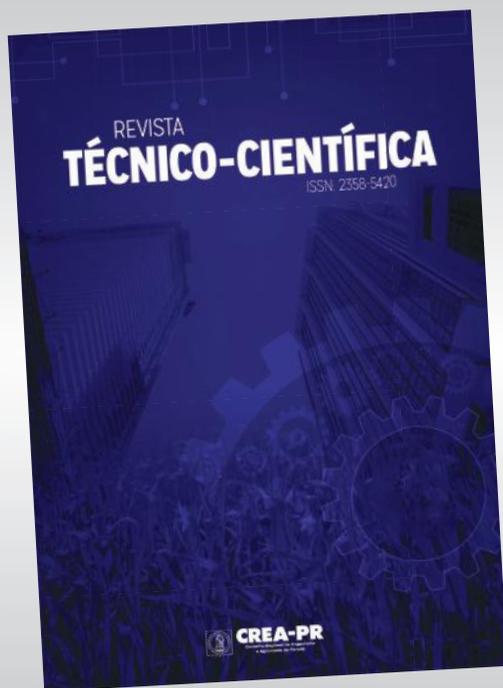


março	CURSO DE ENGENHARIA DE AVALIAÇÕES IMOBILIÁRIAS - Módulo Básico <i>Eng Civil Sérgio Pires</i>	23, 24 e 25
abril	CURSO DE PERÍCIA PARA SEGURO AGRÍCOLA <i>Eng Agrônomo Jorge Augusto Ap. de Oliveira</i>	12, 13 e 14
maio	CURSO DE ENGENHARIA DE AVALIAÇÕES DE IMÓVEIS RURAIS <i>Eng Agrônomo Marcelo Rossi</i>	23, 24 e 25
junho	CURSO DE AVALIAÇÃO E PERÍCIAS AMBIENTAIS <i>Eng Civil Ana Carolina Valério Nadalini</i>	29 e 30
agosto	CURSO DE ESTATÍSTICA GEOMÉTRICA P/ PERITOS E AVALIADORES <i>Eng Cartógrafo Fredy Estupiñan Carranza</i>	17 e 18
setembro	CURSO DE DESAPROPRIAÇÃO E SERVIDÃO <i>Eng Civil José Tarcísio Doubek Lopes</i>	14 e 15
	CERTIFICAÇÃO	19
outubro	CURSO DE CLAIM <i>Eng Civil Clemenceau Chiabi Saliba Júnior Eng Civil Edson Garcia Bernardes</i>	25 e 26
	CURSO DE AVALIAÇÃO DE MÁQ., EQUIPS., INST. e COMP. INDUSTRIAIS <i>Eng Mecânico Agnaldo Calvi Bevenho</i>	05, 06 e 07
novembro	CURSO DE ENGENHARIA DE AVALIAÇÕES IMOBILIÁRIAS - Módulo Básico <i>Eng Civil Sérgio Pires</i>	15, 16 e 17
	CURSO DE ENGENHARIA DE AVALIAÇÕES IMOBILIÁRIAS - Módulo Avançado <i>Eng Civil Sérgio Pires</i>	18, 19 e 20
dezembro	CURSO DE PERÍCIA PARA SEGURO AGRÍCOLA <i>Eng Agrônomo Jorge Augusto Ap. de Oliveira</i>	08, 09 e 10
	CURSO DE INSPEÇÃO PREDIAL <i>Eng Civil Luiz Capraro</i>	29, 30 e 01
dezembro	CURSO DE PERÍCIAS JUDICIAIS <i>Eng Mecânico José Carlos Rocha</i>	06, 07 e 08



ACESSE O SITE:

www.ibapepr.org.br



**CONTRIBUA COM
A VALORIZAÇÃO
DE SUA PROFISSÃO.
ENVIE UM ARTIGO!**

A submissão de artigos
técnicos ou científicos está aberta!

Acesse o Portal no site do CREA-PR:
www.crea-pr.org.br



CREA-PR
Conselho Regional de Engenharia
e Agronomia do Paraná



☎ 0800 041 0067
💻 www.crea-pr.org.br
📘 facebook.com/creapr

Junte-se a nós:

- *Divulgação no site do IBAPE PR e IBAPE Nacional dos melhores profissionais de Engenharia de Avaliações e Perícias*
- *Uso da Tabela de Honorários*
- *Desconto e participação em cursos de capacitação e eventos*
- *Sala de reuniões de uso compartilhado com internet, computador e TV*
- *Acesso a biblioteca*
- *Selo de Perito Associado*



***Associe-se à entidade que te representa.
Unidos somos mais fortes!***



**INSTITUTO BRASILEIRO DE
AVALIAÇÕES E PERÍCIAS DE
ENGENHARIA DO PARANÁ**

📍 Rua Emiliano Pernetta, 174 | 14º andar | Curitiba | PR
☎ (41) 3225.1167
📞 (41) 99936.6669
✉ ibapepr@ibapepr.org.br
📘 IBAPE-PR

www.ibapepr.org.br
📘 IBAPE-PR