

julho | 2019

REVISTA TÉCNICA

de avaliações e perícias

UMA PUBLICAÇÃO DO

APOIO



CONHECIMENTO TÉCNICO

*Artigos sobre perícias,
avaliações e área ambiental*

Acesse a revista digital





INOVANDO E
EVOLUINDO
PELO


Paraná



CREA-PR
Conselho Regional de Engenharia
e Agronomia do Paraná



Sumário

-  **CREA PR**
DEFIS compartilha balanço de ações desenvolvidas em todo Estado
pág. 05
-  **CREA PR**
Profissionais unidos pelo aprimoramento do Sistema Confea/Crea
pág. 06
-  **Avaliação De Um Lago Urbano**
Aplicação Do Método Indireto
pág. 08
-  **Perícia Ambiental Judicial:**
etapas, aspectos organizacionais, técnicos, legais, éticos e linguísticos.
pág.13
-  **Perícias em Barragens:**
Aspectos Práticos
Pág. 18
-  **Algumas considerações sobre ocorrências de infiltrações**
em edificações sem planos de manutenção
Pág. 20
-  **Inspeções Técnicas em Playgrounds**
Pág. 24
-  **Drones, os Softwares Bim e a Inspeção Predial**
Pág. 26
-  **Regulamentação do uso de RPAS**
no espaço aéreo urbano
Pág. 28
-  **Efeito das Linhas de Transmissão no Valor das Propriedades**
Pág. 32
-  **Monitoramento de fissuras e trincas**
combinado com teste de carga em uma residência unifamiliar
construída sem projetos de engenharia
Pág. 39
-  **Predição de preços de imóveis**
através de aprendizagem de máquina
Pág. 43

-  **CREA PR**
-  **Avaliações**
-  **Perícias**
-  **Inspeções**
-  **Legislação**

REVISTA TÉCNICA DE AVALIAÇÕES E PERÍCIAS

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

Rua Emiliano Pernetta, 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: Maria do Carmo Marcon

Impressão: Nova Gráfica e Editora Ltda

Rua Carlos Essenfelder, 1562 – Boqueirão

Curitiba - PR

Telefone: (41) 3376-5160

Tiragem: 1500 mil unidades

É uma honra novamente apresentar a Revista Técnica de Avaliações e Perícias, que nesta edição reforça seu papel de fomentar conteúdo e levar informação de qualidade aos profissionais que prestam serviços ligados à Engenharia de Avaliações e Perícias.

Nossa diretoria está permanentemente em busca das novidades e inovações científicas e tecnológicas, bem como atenta às tendências de nossa profissão. Acreditamos que ações como estas têm dado um ótimo retorno, e é muito gratificante poder entregar esta terceira edição, que considero um grande fruto da minha gestão frente à presidência do IBAPE-PR. Aqui enalteço o apoio recebido do Crea-PR, cujo Edital de Chamamento Público permitiu não apenas a realização desta revista, como também contemplou diversas outras atividades de nossa entidade, como cursos, workshops gratuitos e o COBREAP - Congresso Brasileiro de Engenharia de Avaliações e Perícias, promovido em 2017 no Paraná após 40 anos de sua última edição no Estado.

Também, a organização do 1º Seminário Sul-Americano de Engenharia de Avaliações, evento inédito no país e que é fruto de uma ação conjunta entre os IBAPes do Paraná, Rio Grande do Sul e de Santa Catarina, mais a SOBREA - Sociedade Brasileira de Engenharia de Avaliações e a AVPIP - Asociación de Valuadores y Peritos de Ingeniería del Paraguay.

Nós do IBAPE-PR entendemos que eventos como estes somente têm acontecido graças a união entre os profissionais, promovendo o fortalecimento da classe como um todo, por meio do compartilhamento do conhecimento entre peritos, Engenheiros Avaliadores e aqueles que estão ingressando nesta profissão apaixonante, tão importante para o presente e o futuro do nosso país e que demanda boas técnicas e aprimoramento constante.

Como resultados deste belo trabalho, conseguimos ampliar e fidelizar nossa rede de profissionais associados, além de fomentar o seu reconhecimento nacional e internacional como excelência em sua área de atuação, visto que o IBAPE hoje mantém filiação à UPAV União Pan-americana de Associações de Avaliação e ao IVSC – International Valuation Standards Council.

Com os votos de uma ótima leitura,



Luciano Ventura

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

2019 é um ano muito especial para o Crea-PR. Comemoramos 85 anos de um reconhecido trabalho em prol das profissões afetas às Engenharias, Agronomia e Geociências. Dentro do próprio Sistema somos considerados referência em gestão e inovação, e respeitados em todo o País.

Nesta marcante trajetória, as Entidades de Classe tiveram um papel fundamental na garantia de um Conselho atuante. Enquanto zelamos pela ética e regulamentação das Engenharias, Agronomia e Geociências, as entidades proporcionam a valorização profissional por meio da integração, das suas extensas redes de contato e da requalificação proporcionada aos seus associados. Quem ganha com estas duas atuações? A sociedade.

Sou um grande defensor do Associativismo, ele é uma garantia de avançarmos em direção a uma sociedade mais fraterna. Acredito que, no futuro, ele terá um grande papel na busca não só de Conselhos de Classe mais atuantes por meio das entidades, mas de órgãos municipais e estaduais também mais atuantes em prol dos anseios de um desenvolvimento mais justo para toda a sociedade.

O conteúdo apresentado aqui permeia temas que com certeza contribuirão com sua atuação como profissional.

Vamos em frente mantendo um passado de glórias, um presente atuante e um futuro de muitos avanços.

Boa leitura!

Ricardo Rocha de Oliveira

Engenheiro Civil
Presidente do CREA-PR / Conselho Regional de Engenharia e
Agronomia do Paraná



Defis compartilha balanço de ações desenvolvidas em todo Estado

Confira um balanço dos dados do Departamento de Fiscalização (DEFIS) do Crea-PR referentes aos diversos ramos de avaliações, perícias e inspeções realizados em 2018 e no primeiro semestre de 2019. “Essas ações de fiscalização incluem desde a inspeção de segurança veicular até laudos de segurança do trabalho, perícias para o seguro agrícola, além de avaliação de imóveis, que é uma das maiores em volume”, diz a Engenheira Ambiental Mariana Maranhão, gerente do DEFIS.

Fiscalizações realizadas

Modalidade	2018	2019	Total Geral
AGRONOMIA	37	17	54
CIVIL	153	47	200
ELÉTRICA	42	21	63
MEC / METALÚRGICA	292	63	355
QUÍMICA / GEOLOGIA / MINAS	69	70	139
SEGURANÇA DO TRABALHO	115	53	168
Total Geral	708	271	979

ARTs emitidas

Modalidade	2018	2019	Total Geral
AGRIMENSURA	154	45	199
AGRONOMIA	2719	1744	4463
CIVIL	16021	7477	23498
ELÉTRICA	5586	2962	8548
GEOLOGIA / MINAS	733	360	1093
MEC / METALÚRGICA	13214	6726	19940
QUÍMICA	1400	766	2166
SEGURANÇA DO TRABALHO	4356	2310	6666
Total Geral	44183	22390	66573

Começa a operar em agosto o TOS Nacional, novo sistema de ARTs. A partir de agosto, entra em vigor a padronização dos códigos de preenchimento da Anotação de Responsabilidade Técnica (ART). Em 2018, o Confea aprovou a Tabela Auxiliar de Obras e Serviços Nacional (TOS Nacional), que substituirá as tabelas específicas utilizadas nos Conselhos Regionais em todo o país. “Isso vai padronizar o registro de profissionais e empresas, bem como a nomenclatura para as atividades de obras e serviços”, explica o presidente do Crea-PR, Engenheiro Civil Ricardo Rocha.

Tutorial do novo sistema de ART com a TOS Nacional

- 1 – O acesso será feito da mesma forma, por meio do site do Crea-PR, na área restrita, com seu login e senha.
- 2 – O sistema disponibilizará abas de preenchimento, sendo que na aba “Atividades Técnicas” estarão disponíveis as opções da TOS Nacional.
- 3 – Nesta aba o profissional deverá selecionar as opções: “Nível de Atuação”, “Atividades profissionais”, “Grupo”, “Subgrupo”, “Obra ou Serviço” e “Complemento” que devem ser

Profissionais unidos pelo aprimoramento do Sistema Confea/Crea

10º CEP PR Congresso Estadual de Profissionais do Paraná



X CNP AVALIA MARCOS NORMATIVOS E APLICA CONHECIMENTO TÉCNICO NA ELABORAÇÃO DE PROPOSTAS DE MELHORIA AO SISTEMA.

Para o presidente do IBAPE-PR, Engenheiro Civil Luciano Ventura, trata-se de um evento de fundamental importância pois possibilita a participação dos profissionais e representantes das empresas que fazem parte do Sistema, ainda mais em um momento em que as Engenharias brasileira e internacional foram afetadas de forma irreversível pelo processo da globalização.

“A troca quase que instantânea de informações torna necessária esta reciclagem de idéias e de procedimentos, buscando sempre o que há de melhor para o bem dos profissionais, da população e do meio ambiente, bem como tornar transparente, de onde vem e para onde vão os recursos financeiros públicos”, diz.

Ventura acredita que o Crea-PR, pioneiro em diversas ações, consegue com o CEP seguir incentivando e conscientizando a importância da participação dos profissionais e das empresas.

“Precisamos estar mais unidos e discutir mais sobre o Sistema, sobre o presente e qual será o nosso futuro. Temos que contribuir de forma construtiva com nossos dirigentes, para que estes possam conduzir de forma clara e objetiva as nossas propostas, visando o crescimento e fortalecimento do Sistema Confea / Crea / Mútua”, conclui.

A cada três anos, os profissionais registrados ao Sistema Confea/Crea em situação regular e sem infrações éticas têm a oportunidade ímpar de sugerir propostas de melhoria e aprimoramento, tanto à sua operacionalidade quanto ao seu marco normativo e legal. Isso acontece no Congresso Estadual de Profissionais (CEP), que, em sua décima edição, vem reunindo profissionais de todo o Estado em 35 Reuniões Preparatórias de Inspeção – RPIs e em oito Reuniões Preparatórias Regionais – RPRs.

A edição vigente tem como tema central “Estratégias da Engenharia e da Agronomia para o Desenvolvimento Nacional” e ordena as propostas em cinco eixos temáticos, intitulados de Inovações Tecnológicas, Recursos Naturais, Infraestrutura, Atuação Profissional e Atuação das Empresas de Engenharia.

“A Comissão Organizadora não deve influenciar o desejo ou o pensamento do colaborador, e sim possibilitar sua participação, respeitando e priorizando as propostas que representam o pensamento majoritário dos profissionais”, diz coordenador titular da COR-Comissão Organizadora Regional do Crea-PR, Engenheiro Civil Samir Jorge.

Todo este denso conteúdo resultante das reuniões será levado ao X Congresso Nacional de Profissionais (CNP), que acontecerá de 16 a 21 de setembro em Palmas (TO). Antes da etapa nacional, no entanto, as pautas serão alinhadas e votadas na versão estadual do evento, agendada para os dias 31 de julho, 01 e 02 de agosto, em Foz do Iguaçu.

Integram os principais marcos normativos do Sistema Confea/Crea a Lei nº 5.194/66, que regulamenta o exercício das profissões do Engenheiro e do Engenheiro Agrônomo e a Lei nº 6.496/77, que institui a Anotação de Responsabilidade Técnica (ART) na prestação de serviços de Engenharia e Agronomia e autoriza a criação da Mútua de Assistência Profissional.

Como exemplo de proposta definida na última edição do evento e efetivamente implementada, Jorge cita a alteração da Resolução nº 229 (1975), que dispõe sobre a regularização dos trabalhos de engenharia e agronomia iniciados ou concluídos sem a participação efetiva de responsável técnico. Para ele, o congresso em si é motivador para repensar o Sistema Confea/Crea. “Ainda temos muito a mudar, iniciando com a ampliação da participação dos profissionais nas discussões, o que estamos conseguindo fazer no Paraná graças ao trabalho excepcional dos membros da Comissão Organizadora Regional e do papel fundamental dos Gerentes Regionais, Conselheiros, Diretoria e a Presidência”, elogia. “Os nossos anseios de mudança se fazem com propostas e participação e este é mais uma grande oportunidade que se abre aos profissionais e ao sistema”, encerra.

A participação no processo é estendida, ainda, a estudantes de cursos afetos ao Sistema, convidados ou demais interessados, com direito somente a voz e não a voto. Tenha acesso aos desdobramentos das propostas dos Congressos anteriores em <http://www.cnp.org.br/acompanhamento-propostas-do-9ocnp>

Acompanhe as propostas do Paraná em <https://www.crea-pr.org.br/10cep/>

Avaliação De Um Lago Urbano – Aplicação Do Método Indireto



AUTOR:
Péricles Alves Pinto
Engenheiro Civil
Espec. Eng. de Avaliações e Perícias
Certificação IBAPE - AAA
MRICS
CREA PR 28279/D

Os métodos de avaliação existentes envolvendo imóveis urbanos sem área edificável ou com severas restrições ambientais necessitam considerável dedicação de carga horária para sua aplicação, ainda assim sem a garantia de obtenção de valor reconhecível ao mercado imobiliário. O presente trabalho propõe-se a: demonstrar como a análise da legislação é imperiosa no processo avaliatório de recursos ambientais, apresentar uma aplicação de método indireto sem o uso de excessiva carga horária, cotejar valores de indenização de área urbana sem área edificável com recursos ambientais.

Palavras-chave: *Recurso ambiental, Lago urbano, App, Custo evitado*

OBJETIVO

Determinação do valor de indenização, o imóvel sofreu desapropriação total visando implantação de parque público sendo basicamente um perímetro encravado entre os demais componentes do Parque Municipal, ou seja, sem testada para via pública.

DESCRIÇÃO DO IMÓVEL

Trata-se de terreno urbano, localizado no bairro Bom Retiro, município de Aurora.

Quanto à descrição informada na matrícula nº 11.000 do Registro de Imóveis de Aurora: “ o lote de terreno urbano sob denominação de Lote “Z”, com a área de 19.245,45m² (dezenove mil, duzentos e quarenta e cinco metros e quarenta e cinco decímetros quadrados), constituído de parte do lago, formado pelo represamento do Ribeirão do Ximbutuva, sito no lugar MATO GRANDE, deste Município, confrontando-se: por um lado, nas distâncias de 45,00m (quarenta e cinco metros); 76,50m (setenta e seis metros e cinquenta centímetros); 98,00m (noventa e oito metros); 15,00m (quinze metros); 96,00m (noventa e seis metros); 51,50m (cinquenta e um metros e cinquenta centímetros); 18,80m (dezoito metros e oitenta centímetros), com propriedades de Família Dimas; Imobiliária Tulipa e o Município de Aurora....”.

Esta é a descrição da matrícula onde consta a área de 19.245,45m², igual área indicada textualmente na planta e na tabela de ângulo e distâncias inclusos na mesma planta apresentada pelo Proprietário, igual área indicada nas plantas do Expropriante para a Área Z.



DEFINIÇÕES NORMATIVAS, CONCEITOS DA BIBLIOGRAFIA E APLICAÇÕES NO LAUDO

O imóvel avaliado tem características peculiares (100% de área de APP) e não há número mínimo de imóveis assemelhados, sequer há ofertas, capazes de gerar uma avaliação comparativa direta desta tipologia portanto alguns conceitos referem-se ao mercado imobiliário em geral onde ocorreu a pesquisa e não especificamente sobre o avaliando.

NBR 14653-1

AVALIAÇÃO DE BENS – PARTE 1

PROCEDIMENTOS GERAIS

3 Definições

3.2. Amostra: Conjunto de dados de mercado representativos de uma população.

Comentário: Chama-se de amostra o conjunto de ofertas ou transações coletadas junto ao mercado imobiliário. No presente trabalho foi possível identificar junto aos corretores e imobiliárias da região um número suficiente e recente de ofertas de dados de mercado capazes de gerar um tratamento estatístico de avaliação para a tipologia: terreno urbano de dimensões maiores ao lote padrão mínimo sem área edificável. Durante a contratação tinha-se inicialmente que o avaliando seria definido, quanto à tipologia, como sendo um lote urbano de dimensões acima do lote mínimo com grande incidência de APP. Após início dos serviços notou-se claramente que seria necessário utilizar na amostra imóveis de diferentes zoneamentos, imóveis em zoneamento industrial não foram utilizados na amostra os demais zoneamentos foram utilizados evidentemente tomando-se o cuidado de ponderar as diferentes características.

NBR 14653-6

AVALIAÇÃO DE BENS – PARTE 6

Recursos naturais e ambientais

3.3. Meio Ambiente: conjunto de condições, leis, influências e interações de ordem física, química e biológica, que permite, abriga e rege a vida em todas as suas formas

3.5. Recurso Ambiental: recurso natural necessário à existência e preservação da vida, como a atmosfera, as águas interiores, superficiais e subterrâneas, os estuários, o mar territorial, o solo, o subsolo, a fauna e a flora

3.6. Valor Econômico do Recurso Ambiental: somatório dos valores de uso e de existência (não uso) de um recurso ambiental

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

3.6.1.2. 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. Os valores correspondentes a essas funções são capturados indiretamente.

3.6.1.3. Valor de Opção: valor atribuído a um recurso ambiental, hoje desconhecido e realizável no futuro, associado a uma disposição de conservá-lo pra uso direto ou indireto, como, por exemplo, o benefício decorrente de fármacos ainda não descobertos, desenvolvidos a partir da flora nativa de uma região

3.6.2 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.

3.7. Valoração Ambiental: identificação do valor de um recurso ambiental ou do custo de reparação de um dano ambiental.

8 Procedimentos metodológicos

8.1. Generalidades

8.1.1. Em 8.2, 8.3 e 8.4 da ABNT NBR 14653-1:2001 estão expostos os métodos usuais para a identificação de valores e custos dos bens, assim como para a identificação de indicadores de viabilidade de empreendimentos.

Comentário: o método da capitalização da renda poderia ser utilizado tomando como projeto hipotético a exploração do reservatório como serviço de lazer de pesque-pague, ocorre que esta exploração é vedada visto tratar-se de APP a qual impede a inserção das espécies não nativas de peixes utilizadas comercialmente, restando somente a contemplação do espaço como atividade o que não sustenta valor econômico, cobrar por ingresso as margens do reservatório não se sustenta como atividade.

8.1.2. sempre que os recursos naturais e ambientais se assemelharem aos bens comuns e possuírem mercado, pode ser utilizado o método comparativo direto de dados de mercado e seguidas as prescrições para este que constam na ABNT NBR 14653-2:2004

Comentário: em consulta aos agentes imobiliários estes informaram que houve “no passado” procura por imóveis compostos por 100% de área de preservação permanente na zona rural, que no zoneamento urbano não há interesse devido principalmente a indisponibilidade de grandes áreas como também a dificuldade de segurança contra invasões.

8.1.3. Sempre que os recursos naturais e ambientais puderem ser objeto de exploração econômica assemelhada à de um empreendimento, como é o caso dos recursos minerais, pode ser utilizado o método da capitalização da renda seguidas as prescrições que constam na ABNT NBR 14653-4.

Comentário: vide 8.1.1, note-se que mesmo a atividade de contemplação com aluguel de pedalinhos, bar e churrasqueiras não seriam possíveis diante da situação de APP por unidade de conservação.

8.2. Escolha da metodologia

8.2.1. Embora os recursos ambientais não tenham usualmente valor de mercado, o seu valor econômico, como os demais bens, deriva de seus atributos, os quais podem ou não estar associados a um uso.

8.2.2. A escolha do método depende do objetivo da valoração, das hipóteses assumidas, da disponibilidade de dados e do conhecimento da dinâmica ecológica do bem a valorar.

8.2.3. Cada método apresenta limitações (metodológica e de informações disponíveis) associadas ao objetivo de fundamentação da valoração, às hipóteses sobre o comportamento do consumidor e aos efetivos do consumo ambiental em outros setores da economia, o que leva à necessidade de explicitar claramente no laudo os fatores limitantes e os pressupostos assumidos na valoração.

8.2.4. Não é possível estabelecer, a priori, a prevalência de um método em relação ao outro.

Deixando a norma e trazendo informação da bibliografia consultada.

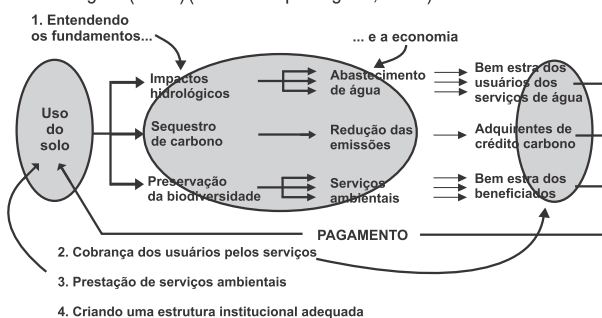
Esquema de Valor Econômico Total.

Fonte: Emílio Haddad



Esquema de Pagamento por Serviços Ambientais.

Fonte: Pagiola(2006)(versão em português, 2011)



Conforme Lambert (2006) coloca:

Valoração econômica não é um exercício fácil e isento de conflitos. É muitas vezes dependente de preferências humanas. Em outras palavras, isso depende do que as pessoas percebem ser o impacto (positivo ou negativo). Os ecossistemas têm impacto em seu bem-estar. Em teoria, o valor econômico de qualquer bem ou serviço é medido em termos do que estamos dispostos a pagar pela mercadoria menos o que custa para abastecê-lo. Porque são muitas vezes vistos como “bens comuns” (falha de mercado), não pagamos por produtos e serviços dos ecossistemas. Neste caso, o seu valor econômico total é fornecido pela estimativa da disposição a pagar, ou seja, se temos ou não realmente de fazer qualquer pagamento. “O seu objetivo é determinar a disposição da sociedade para pagar por uma determinada propriedade”.

Conforme Emílio Haddad:

Ao se declarar uma área como de preservação ambiental, em nome de um interesse coletivo, impede-se seu proprietário, público ou privado, de utilizá-la para outros fins – sejam agrícolas ou urbanos – em que a terra é remunerada pelo seu uso em atividades econômicas. Resulta, em geral, o desinteresse em compra e venda o que sinalizaria um valor. É portanto o caso de uma propriedade que não dispõe de um mercado que registre seu preço, mas que tem um valor. Esta propriedade, que tem um valor pelo seu não uso, está prestando serviços ambientais, em particular a proteção aos mananciais, importantíssima para garantir o abastecimento de água de uma cidade. Para valorá-la é necessário estimar o quanto a sociedade estaria disposta a pagar para que seja mantida como tal.

Voltando a norma 14.653-6.

8.5 Métodos Diretos

8.5.2. Método da Produtividade Marginal: O método da produtividade marginal identifica o valor do recurso ambiental por sua contribuição como insumo ou fator de produção para a obtenção de um ou mais produtos.

Exemplo: Valoração da diminuição da qualidade hídrica de um rio pela redução do produto na atividade pesqueira ou de outros setores, tais como bebidas, energia etc.

Comentário: No caso do reservatório este mantém, através da lâmina d’água, exemplares de nutria, comumente também identificados como ratões do banhado ou equivocadamente lontras, a presença desta espécie é suportada pela lâmina d’água portanto sem reservatório, sem a presença da espécie.

8.5.3 Método de Preços Hedônicos

8.5.3.1. Utiliza preços de mercado de bens (principalmente de imóveis) ou custos de serviços para estimar o valor das diferenças de nível de atributos ambientais importantes na formação desses preços ou custos.

Exemplos: Identificação da influência da proximidade da praia parque, vista panorâmica e áreas degradadas no valor dos imóveis.

Comentário: A aplicação não é possível ao caso em tela devido:

1) o imóvel em tela corresponde ao reservatório e margens portanto não é o parque, é parte deste, para aplicação seria necessário mensurar quanto responde a parcela do imóvel na visitação do parque,

2) seria necessária na coleta de dados de mercado a comprovação inequívoca de um acréscimo de preço pela proximidade do parque, ou outro indicativo do mercado imobiliário nos anúncios e nas condutas que identificassem o maior apelo pela proximidade, este Eng. Avaliador em avaliações no litoral consegue obter um modelo matemático que contempla a variável “distância do mar” a qual completa o valor do imóvel, diferentemente das ofertas em Aurora as do litoral informam a distância como valorizante e os agentes do mercado imobiliário agregam valor aos imóveis de maneira homogênea de modo que é possível se aferir esta característica na formação do valor, há um entendimento comum sobre a questão e quantidade(mais que 30) de ofertas suficientes.

8.5.4 Método do Custo de Viagem. O método do custo de viagem identifica valor do recurso ambiental com o seu valor recreacional, valor este que é estimado pela curva de demanda da atividade de recreação, considerados os custos incorridos pelos usuários do recurso ambiental para visitá-lo.

Comentário: o gestor do parque não dispõe de pesquisa quantitativa e de origem da visitação necessários a aplicação do método.

8.5.5 Método da Valoração Contingente. O método da valoração contingente identifica a disposição a pagar dos indivíduos pelo uso, preservação ou restauração de um recurso ambiental, ou a disposição a receber como compensação por sua perda ou pela queda da qualidade ambiental.

Comentário: o gestor do parque não dispõe de pesquisa quantitativa e de origem da visitação necessários a aplicação do método.

8.6 Métodos Indiretos

Estes métodos, ao invés de estimarem diretamente valores associados à disposição a pagar ou a receber dos indivíduos quanto a variações de qualidade ou quantidade ambiental, utilizam estimativas de custos associados aos danos. Por isso, seus valores devem ser entendidos como aproximações da verdadeira dimensão econômica dos danos e devem ser utilizados quando os métodos diretos não puderem ser aplicados por falta de dados (tanto ecológicos, como econômicos).

Como são baseados em custos para repor a qualidade ambiental ou realocar ou evitar os danos, sua dimensão pode incorporar valores de uso e de não-uso, pois se assume que o dano seria restaurado ou evitado.

8.6.1 Método de Mercado de Bens Substitutos

8.6.1.4 Custos de Controle Evitados. Método para valorar danos ambientais, por meio de estimativa dos gastos necessários que foram evitados para controlar ou minimizar as atividades ofensivas ao meio ambiente.

Comentário: este método contempla o uso do reservatório como equipamento de controle de cheias, devido à capacidade de amortecer as águas pluviais oriundas da rede acima do reservatório “guardando-as” e liberando de modo regulado através do ladrão do reservatório, esta função de controle de cheias é a mesma exercida pelos “piscinões” paulistas ou pelas “quadras piscinas” gaúchas. As obras paulistas são grandes lagoas a céu aberto ou cisternas fechadas por concreto enquanto as gaúchas são quadras poliesportivas construídas abaixo do nível da rua, ambos equipamentos enchem durante as chuvas segurando o volume d’água em excesso evitando cheias tanto acima pois permitem a vazão sem represamento do fluxo como abaixo pois retêm grande volume liberando de modo controlado.



Acima, um recorte do mapa denominado “20 – Áreas inundáveis” componente do Plano Diretor Municipal, apesar da baixa qualidade nota-se ao centro da figura em azul o reservatório e em verde as áreas inundáveis, tanto a direita (antes do reservatório) como a esquerda (depois do reservatório). Na figura imediatamente abaixo a cota adotada como de alagamento se aproxima da 877m, nesta situação edificações no Jardim Leomar2 e Jardim Norma estariam em risco, adiante neste laudo este tema será novamente abordado.

Abaixo idêntica situação demonstrada pelo mapa “28 – Áreas de risco”, não sendo possível identificar qual a cota de alagamento utilizada, nota-se que a partir da rótula na Avenida Luiz Manoel com rua Maranhão há o estrangulamento do fluxo causando o alagamento nos loteamentos Jardim Leomar 2, Norma e Moradias Maranhão.



Seguindo com as definições normativas.

8.7 Indicador de Viabilidade

8.7.1 Custo de Oportunidade da Conservação

Este método não valora o recurso ambiental, mas sim o custo de sua conservação, por meio da mensuração do custo de oportunidade de atividades econômicas restringidas pelas ações de proteção ambiental, considerados os benefícios econômico-ecológicos da conservação. Assim, uma análise de custo-benefício poderia ser realizada comparando os valores estimados dos recursos ambientais com o custo de oportunidade das atividades econômicas restringidas.

Exemplo: a conservação de uma floresta natural, que poderia ser inundada por uma barragem hidroelétrica, representa um custo de oportunidade para a sociedade em termos de produção sacrificadas de energia hidrolétrica, ressalvadas as atividades econômicas ambientalmente sustentáveis, como o ecoturismo.

Comentário: a conservação de área alagada além dos 30 metros do recuo legal do córrego é um custo de oportunidade, nota-se que sendo um reservatório artificial o proprietário poderia drená-lo retornando a situação de um leito de córrego sem lâmina d’água e portanto somente sujeito ao recuo liberando assim áreas edificáveis.

5 Laudo de Avaliação

5.1 A relação do lago com área edificável e recuo obrigatório

Como o objetivo deste trabalho é a determinação do valor indenizatório tem-se por definição normativa que este valor é correspondentes à perda do valor do imóvel decorrente das restrições a ele impostas pela desapropriação, neste aspecto cabe esclarecer alguns entendimentos sobre o caso em tela separando 2 momentos no tempo:

Em 1981 no momento da desapropriação:

1. A desapropriação não alterou o zoneamento do imóvel, portanto cronologicamente houve a desapropriação dos imóveis e após esta a criação do parque,
2. Os imóveis vizinhos eram do mesmo proprietário portanto o acesso a via pública era possível,
3. O reservatório é artificial portanto a qualquer tempo os proprietários poderiam drená-lo retornando o curso d’água ao leito original e assim obtendo área edificável, ressalve-se que o Eng. Avaliador solicitou antes do início dos serviços que o Proprietário indicasse onde era o leito original, este entendimento de drenar o lago para obtenção de área vendável está de acordo com o que a norma define como aproveitamento eficiente sendo “...aquele recomendável e tecnicamente possível para o local, numa data de referência, observada a atual e efetiva tendência mercadológica nas circunvizinhanças, entre os diversos usos permitidos pela legislação pertinente.”, portanto havendo área edificável a ser recuperada este Eng. Avaliador entende que assim seria feito,

4. O Código Florestal disciplinava o recuo de 30 metros a partir do leito do córrego, em pesquisa a loteamentos vizinhos contemporâneos (Jardim Tayrá) comprovou-se este regramento,

Em 2016 no momento atual:

1. O imóvel faz parte do parque e devido às restrições ambientais não possui área edificável, sendo esta situação imutável, também é ocluso sem testada para via pública,
2. O Município não possui dados sobre visitação que poderiam subsidiar um cálculo de indenização baseado nos ganhos ambientais e hedônicos aos usuários,
3. Conforme apresentado anteriormente na consulta dos métodos elencados pela norma para obtenção de um valor do imóvel pode-se destacar que o imóvel abrigando a lâmina d’água e as margens têm suportado:

1. A vida selvagem de espécies que, senão totalmente dependentes, são parcialmente dependentes da lâmina d’água, tais como as nutrias,
2. O uso atual e a garantia de disponibilidade futura de um mecanismo de controle de enchentes, note-se que há grandes áreas a montante ainda não ocupadas, o Loteamento Uirapuru já implantado mas não ocupado, portanto há previsão do aumento da impermeabilização futura.

5.2 Obtenção da área edificável

Seguindo o entendimento do aproveitamento eficiente e utilizando-se das sobreposições dos mapas obteve-se a área edificável passível de se recuperar pela drenagem do lago. Esta área foi obtida:

1. Estabelecendo um recuo de 30 metros a partir do eixo do córrego Chimbutuva e dos 2 afluentes que desaguam no lago,
2. Estabelecendo como sendo área edificável a área confinada entre o fim do recuo de 30 metros do leito e a divisa do imóvel,
3. A figura seguinte traz a área edificável resultante do estudo com 1.248m² determinada pelo perímetro na cor magenta, o perímetro na cor vermelho não é factível devido a cota.

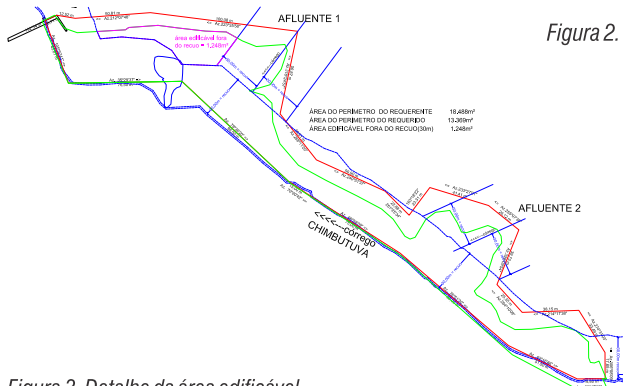


Figura 2.

Figura 3. Detalhe da área edificável.

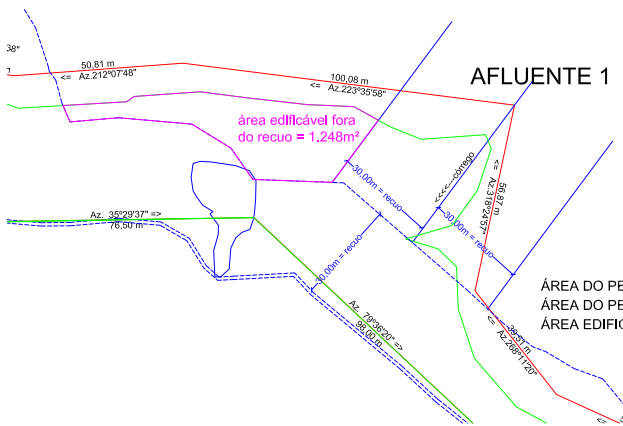
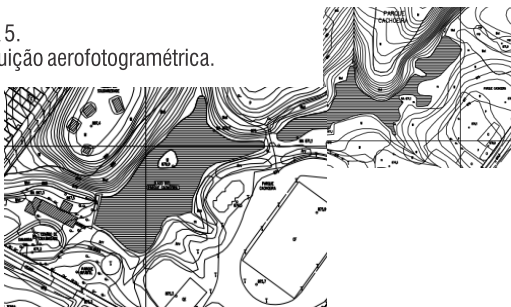


Figura 4. Foto aérea de 1980. Devido a alteração de formato para inserção no laudo há uma perda de resolução e nitidez da foto.



Figura 5. Restituição aerofotogramétrica.



5.3 Método Direto - Avaliação da Terra Nua

O valor referente à desapropriação foi obtido a partir do valor unitário multiplicado pela quantidade de área edificável resultando no valor da desapropriação. Este critério admite que o valor de mercado de um imóvel urbano é sustentado pela sua capacidade de edificar.

5.3.1 Valor provável da terra nua

Unitário Médio: 466,30

Unitário Mínimo: 434,95

Unitário Máximo: 497,64

Adotou-se o valor mínimo de R\$434,95/m² para o valor da terra nua avaliada justifica-se a adoção pela pesquisa de mercado somente possuir valores de oferta.

5.3.2 Valor final do método direto

5.4 Método Indireto - Método de mercado de bens substitutos

Como referência este Eng. Avaliador entende que entre os métodos indiretos para valoração do imóvel em questão o único possível de aplicabilidade seria o de bens substitutos, neste se procura valorar qual o gasto evitado com obras de controle de cheias substituído pelo uso do imóvel avaliando e seu lago artificial.

O tema trata de conceitos específicos e afetos a área de engenharia de avaliações, este Eng. Avaliador buscando torná-lo mais compreensível propõe um modo de aplicação do método sem transformações matemáticas elaboradas ou fórmulas, adotando uma sequência simples, lógica e plausível com a situação em tela, assim seguem as informações obtidas e procedimentos adotados:

1. Todas as informações foram obtidas a partir da planta de restituição aerofotogramétrica de 1998, portanto os dados se referem a esta data,
2. A cota do nível d'água do córrego Chimbutuva no Jardim Leomar2 é de 874,2 m sendo esta a área mais afetada em caso de inundação (impacto primário),
3. O ponto de interesse no estudo de cheia da região é o bueiro sob a Rua Maranhão (cota mais baixa do Jardim Leomar2) o qual estrangula o fluxo do córrego fazendo nível d'água subir,
4. Adotando-se a cota 877 m como cota de alagamento, a qual parece ser também a cota adotada nos estudos do Plano Diretor, foi traçado um perímetro desde o bueiro do córrego Chimbutuva situado na rua Maranhão seguindo a cota 877 m em direção contrária ao fluxo e retornando no ponto inicial, este perímetro definiu uma área de impacto primário de 58.500m² contendo 21 edificações residenciais, a maioria vizinhas ao córrego,
5. É necessário se estabelecer qual a bacia de contribuição de drenagem, ou seja, qual o tamanho da área onde havendo precipitação a água desaguará no córrego no trecho exato acima do bueiro, a área obtida foi de 1,7 km² sendo seu memorial descritivo: inicia no bueiro e seguindo acima pela Rua Maranhão no Jardim Leomar1 (abrange a região da Avenida Luiz Manoel entre Rua Santa Efigênia até o término) seguindo pelo divisor de águas próxima a Avenida Archelau e descendo pela Rua Maranhão até encontrar o ponto inicial.

Abaixo perímetro da área de impacto primário sendo a cota 877 m na cor magenta.



Não foi possível, devido ao tamanho do arquivo, a inserção do mapa contendo a bacia de drenagem.

6. Foi publicado na revista Infra Estrutura Urbana Ed. 9 de novembro de 2011 um estudo com orçamento de piscinão online de pequeno porte com capacidade de armazenamento de 24.000m³ a um preço de R\$1.758.682,06-, este piscinão é projetado para áreas de bacia de até 1 km²,

7. Os dados obtidos para o caso em tela são: a bacia tem 1,7 km², o lago ocupa todo o imóvel com área de 13.369m² portanto para obter-se a capacidade de armazenamento é necessário fixar-se uma altura de aumento do nível d'água (cheia) sem transbordar a barragem, foi adotada altura de 50 cm (altura possível sem obras ou transbordamento) obtendo-se a capacidade de 6.684,50m³ de água armazenada, fazendo uma comparação com os preços do estudo obtêm-se o valor de R\$489.829,59.

Assim estima-se que o valor evitado com a construção de um piscinão considerando as condições atuais do lago é de R\$489.829,59.

6. Valor da INDENIZAÇÃO

Conforme os métodos apresentados há dois valores de referência para fixação do valor de indenização sendo:

Método Direto pela área edificável

VALOR = R\$542.817,60

(quinhentos e quarenta e dois mil e oitocentos e dezessete reais e sessenta centavos)

Método Indireto pelos custos evitados

VALOR = R\$489.829,59

(quatrocentos e oitenta e nove mil e oitocentos e vinte e nove reais e cinquenta e nove centavos)

7. CONCLUSÃO

1 – A aplicação do método indireto como foi executado não necessitou de produção de dados, estatísticas, processos, assim não onerando-o ou inviabilizando sua aplicação,

2 – Sendo executado um censo populacional das espécies animais sustentadas pelo lago, este valor obtido pode servir como referencial de custo de sua manutenção, proporcionando uma relação indivíduo/custo em ambiente urbano não encontrada até o momento em nenhum estudo,

3 – A aplicação de ambos métodos não conflitam entre si,

4 – Os valores resultantes são reconhecidos pelo mercado imobiliário como coerentes.



Foto 1 – foto aérea da região



Foto 2 – vista do lago a partir da barragem

3 Norma Técnica, legislação consultada e bibliografia

3.1 Bibliografia

SOLER, Andrés Nobell. Manual de Avaliação Imobiliária. 1ª ed. São Paulo: Pini, 2001. 66-74p.

MOREIRA, Alberto Lélio. Princípios de Engenharia de Avaliações. 5ª ed. São Paulo: Pini, 2001.

ABUNAHMAN, Sérgio Antonio. Engenharia Legal e de Avaliações. 2ª ed. São Paulo: Pini, 2001

FIGUEIREDO, Flavio Fernando. Engenharia de Avaliações. 1ª ed. São Paulo: Pini, 2007. Capítulo 5, Benfeitorias Urbanas.

ALONSO, Nelson Roberto Pereira. Engenharia de Avaliações. 1ª ed. São Paulo: Pini, 2007. Capítulo 10, Avaliação de Benfeitorias Urbanas.

COMARELLA, Evandi Américo. Cálculo Do Fator De Passivo Ambiental Aplicado A Avaliação de Imóveis Rurais e Urbanos. XVIII COBREAP – Congresso Brasileiro De Engenharia De Avaliações E Perícias – Ibape/Mg – Belo Horizonte - 2015

HOCHHEIM, Norberto. UBERTI, Marlene Salete. Uso De Variáveis Ambientais Na Avaliação de Imóveis Urbanos:

Uma Contribuição À Valoração Ambiental. XI COBREAP – Congresso Brasileiro de Engenharia de Avaliações e Perícias – Ibape/Es - Guarapari – 2001

PAIVA, Sérgio Antão. NBR 14653-6 Avaliação de Recursos Naturais e Ambientais. 1º Simpósio SOBREA – Porto Alegre – 2006

CARNEIRO LEITE, Débora. ALCIDES JACOSKI, Claudio.

Comportamento do usuário na valoração contingente e custo de viagem - O caso do Parque das Palmeiras em Chapecó, SC, Brasil. Ambiente e Água - An Interdisciplinary Journal of Applied Science, vol. 5, núm. 2, 2010, pp. 226-235, Universidade de Taubaté, Taubaté, Brasil

CATAPAN, Anderson. DALL'IGNA, Luiz Antonio. SANTOS, Renato da Costa dos. SANTOS, Daniel Ferreira dos. CATAPAN, Edilson Antonio. CATAPAN, Dariane Cristina. JUNIOR, Eduardo Vaz da Costa. VEIGA, Claudimar Pereira da. TORTATO, Ubiratã. O Novo Código Florestal E Sua Abrangência Nas Áreas Urbanas.

Resumos Expandidos, Anais Congresso APPUrbana2007, Seminário Nacional sobre o Tratamento de Áreas de Preservação Permanente em Meio Urbano e Restrições Ambientais ao Parcelamento do Solo- FAUUSP – São Paulo – 2007

LAMAC, Jaques. Prova Nas Ações De Desapropriação Ambiental. Procuradoria Geral do Estado de São Paulo.

HADDAD, Emilio. Integração da Valoração Ambiental na abordagem das APPs Urbanas.

HADDAD, Emilio. A Utilização Do Conceito De "VALOR Justo" Como Definido Pelo International Valuation Standards– Ivs Na Determinação Da Indenização Justa Em Processos De Desapropriação De Bens Imóveis. XVIII COBREAP – Congresso Brasileiro De Engenharia De Avaliações E Perícias – Ibape/Mg – Belo Horizonte - 2015

3.2 Normas

NBR 14.653 – Parte 1 - Procedimentos.

NBR 14.653 – Parte 2 - Avaliação de imóveis urbanos.

NBR 14.653 – Parte 6 – Recursos naturais e ambientais.

3.3 Legislação

Lei Federal nº 6.766, de 19/12/1979, Dispõe sobre o parcelamento urbano e dá outras providências.

Lei Federal nº 9.785, de 29/01/1999, Altera a Lei nº 6.766.

Lei Complementar nº 5/2006, de 06/10/2006, Institui o Plano Diretor, estabelece objetivos, instrumentos e ações estratégicas e dá outras providências para as ações de planejamento do Município de Aurora.

Lei nº 2160/2010, de 19/01/2010, Dispõe sobre o zoneamento de uso e a ocupação do solo do Município de Aurora e dá outras providências.

Lei nº 2161/2010, de 19/01/2010, Dispõe sobre o sistema viário do Município de Aurora e dá outras providências.

Lei nº 2162/2010, de 19/01/2010, Dispõe sobre o parcelamento do solo urbano no Município de Aurora e dá outras providências.

Perícia Ambiental Judicial: etapas, aspectos organizacionais, técnicos, legais, éticos e linguísticos.



AUTORA:
Amanda Votto Klafke
Engenheira Agrônoma
Esp. em Perícia, Auditoria e
Gestão Ambiental
CREA RS 140274/D

REVISOR:
Carlos Augusto Arantes
Engenheiro Agrônomo
CREA Nacional 260.198.518-66

A conscientização da necessidade de preservação do meio ambiente natural para a preservação e qualidade de vida dos seres vivos, sobretudo do homem, vem conduzindo ao longo dos anos várias ações com o propósito de controlar e coibir condutas consideradas lesivas ao meio ambiente. O Brasil foi signatário de vários tratados internacionais sobre o meio ambiente aplicando suas regras e preceitos em sua própria legislação (LIMA, 2009:4). Dentre os tratados internacionais em que o Brasil foi signatário foram a Declaração de Estocolmo, a Agenda 21, a Declaração do Rio Sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento, o Protocolo de Quioto e a Declaração de Joanesburgo.

Em nível nacional, a Lei Federal nº 6.938 de 31 de agosto de 1981 estabeleceu a Política Nacional do Meio Ambiente visando assegurar condições ao desenvolvimento socioeconômico, à segurança nacional e à proteção da dignidade humana, criando, em seu artigo 14, § 1º, o regime de responsabilidade civil objetiva pelos danos causados ao meio ambiente. Dessa forma, é suficiente a existência da ação lesiva, do dano ou do risco de vir a ocorrer o dano e o correspondente nexos causal ligando estes dois fatores para atribuição do dever de reparação e das devidas sanções. De forma complementar, a tutela legal do meio ambiente ampliou-se, ainda, com a edição da chamada Lei dos Crimes Ambientais, Lei Federal nº 9.605 de 12 de fevereiro de 1998, que descreve condutas potencialmente lesivas ao meio ambiente para as quais prevê duras sanções, tanto em âmbito administrativo quanto penal. De forma a regulamentar esta Lei dos Crimes Ambientais, surgiu o Decreto nº 6.514 de 22 de julho de 2008 dispondo sobre as infrações e sanções administrativas ao meio ambiente e estabelecendo o processo administrativo federal para apuração destas infrações, constituindo-se numa importante referência legal de proteção ao meio ambiente. A Constituição Federal (CF) de 1988, em seu Art. 225 estabelece o controle de qualidade ambiental de forma definitiva no país, impondo-se ao poder público e à coletividade o dever de defender e preservar o meio ambiente ecologicamente equilibrado para as presentes e futuras gerações. Positivado o direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado na CF/88, ficou estabelecido, de forma definitiva, um direito de terceira dimensão, chamado de Direitos Transindividuais ou Difusos que podem ser denunciados, quando ofendidos, não só pelo Ministério Público como pelos cidadãos.

São nas ações judiciais sobre o meio ambiente que se destaca a importância da Perícia Ambiental. O juiz é quem julga, que diz o direito, exercendo a jurisdição, sendo, portanto, uma autoridade investida de poder para solucionar os conflitos a ele submetidos. Conforme o princípio da inércia da jurisdição, o juiz tem que ser provocado para agir e deve agir nos limites em que foi provocado, sendo-lhe defeso conhecer de questões, não suscitadas, a cujo respeito a lei exige a iniciativa da parte. Os limites da lide são estabelecidos pela inicial e pela defesa (litiscontestação).

A prova pericial é solicitada sempre que, na averiguação da verdade dos fatos, faz-se necessária a atuação de profissionais com conhecimentos técnico-científicos especializados. A autoridade do perito decorre do binômio conhecimento e isenção.

Na área ambiental as informações e documentos não bastam para elucidar a lide, “muitas vezes a averiguação da existência do fato danoso e dos efeitos prejudiciais depende de prova eminentemente técnica que somente pode ser produzida por profissionais especializados na área. É nesse momento que se fazem necessários exames e perícias” (Tribunal de Justiça de Santa Catarina: 2009).

Toda atividade pericial judicial é regida por trâmites previstos no Novo Código de Processo Civil (Lei Federal nº 13.105 de 16 de março de 2015), doravante denominado NCPC e, em razão da especificidade das questões ambientais, a perícia ambiental deve ser amparada na legislação ambiental vigente nos âmbitos federal, estadual e municipal.

A elaboração do Laudo de Perícia Ambiental tem papel preponderante como forma de prova. Portanto, o perito tem a obrigação de responder sempre a todos os quesitos formulados, comprovando as suas respostas e fundamentando-as em bases técnico-científicas, e ater-se à perícia descrevendo o objeto da perícia e a sua finalidade com aspectos qualitativos e quantitativos bem como informações geográficas e temporais conexas.

Desse modo, o objetivo deste trabalho consiste em reunir pontos essenciais no âmbito de cada etapa do desenvolvimento de uma perícia ambiental judicial, incluindo o processo de elaboração do laudo, referentes aos aspectos organizacionais, técnicos, legais, éticos e linguísticos, baseando-se em estudos de caso vividos pela autora, bem como em pesquisas bibliográficas.

1. ATUAÇÃO DO PERITO JUDICIAL AMBIENTAL

A função do perito judicial ambiental é fazer uma análise técnica de uma situação exigindo da sua expertise para esclarecer determinado fato, apurando as causas motivadoras do mesmo ou a estimativa da coisa que é objeto de litígio ou processo.

A formação superior nas áreas de Engenharia Agrônoma, Engenharia Ambiental, Engenharia Civil, Engenharia Florestal, Engenharia Química, Geologia, Biologia, Geografia, Química e áreas afins constituem requisito básico para ser nomeado Perito Judicial em uma ação ambiental. É o diploma de graduação na área específica do objeto a ser periciado que fornece a habilitação para o profissional. No entanto, o magistrado apreciará o profissional que possuir especialização em determinado ramo de atividade ou assunto, pois seus conhecimentos lhe permitirão avaliar uma situação com rigor e objetividade.

A condição de perito é temporal, ou seja, o profissional está perito enquanto perdurar o processo para o qual foi nomeado. Portanto, não cabe falar em ser perito, pois a atuação como perito é apenas circunstancial.

O perito é um auxiliar da justiça e atua para assessorar o juiz na área em que é especialista, contribuindo, assim, para a elucidação do litígio, de acordo com o disposto no artigo 149 do NCPC.

O laudo apresentado pelo perito conterá elementos que constituirão o meio de prova pericial no âmbito do processo, servindo ao magistrado como importante apoio na sua decisão, uma vez que o Brasil adota o princípio da persuasão racional (COSTA JÚNIOR, 2015). No entanto, as conclusões do laudo pericial não vinculam o juiz. Em outras palavras, o juiz apreciará a prova pericial, porém, não estará obrigado a decidir com base no laudo técnico realizado, uma vez que sua convicção deve ser formada a partir de um conjunto probatório, podendo livremente considerar outras provas produzidas no processo, desde que indique na sentença os motivos que o levaram a considerar ou a deixar de considerar as conclusões do laudo, levando em conta o método utilizado pelo perito (NCPC, Art. 479).

O Perito Judicial Ambiental atuará com uma visão sistêmica objetivando apurar a ocorrência ou não de um dano ambiental, as circunstâncias sob as quais ocorreu o possível dano e as causas que o motivaram, esclarecendo a verdade dos fatos. Para isso, o auxiliar da justiça deve fazer uma investigação, buscando e anotando as evidências e a origem dos fatos, estabelecendo claramente o nexo de causalidade que consiste em fazer uma relação direta do dano ambiental ocorrido com a origem do mesmo, indicando o agente causador do dano, seja numa ação dolosa ou culposa. No processo criminal o relacionamento do dano ambiental com a origem do mesmo é fundamental para identificar a correlação da lide processual, tendo em vista que a responsabilidade neste processo é subjetiva. Traduz-se o dano ambiental como o prejuízo ao meio ambiente com lesão aos recursos ambientais, com conseqüente degradação do equilíbrio ecológico e da qualidade de vida. O trabalho dirigido com provas concretas é essencial para fundamentar questões acerca do objeto da perícia e as conclusões que irão compor o laudo pericial. Para isso, o perito deve delimitar o espaço e o tempo como base para o estudo e, a partir daí, realizar análises químicas, físicas e biológicas quando a situação exigir.

Dentre as espécies de perícia temos o exame, a vistoria e a avaliação, conforme cita o Art. 464 do NCP. O perito deverá adotar uma ou mais espécies de perícia para reunir o maior número de elementos que fundamentarão suas conclusões. O exame consiste na inspeção realizada pelo perito sobre coisas móveis, animais, máquinas, equipamentos, documentos, mapas, fotografias, a fim de verificar fato ou circunstância a elas relacionadas. Enquanto que a vistoria traduz-se na constatação de fatos, através de exame circunstanciado "in loco" e descrição detalhada dos elementos que os constituem. A avaliação consiste na determinação técnica do valor qualitativo ou monetário de um bem, de um direito ou de um empreendimento, assim como na avaliação de um dano ocorrido ou o risco de vir a ocorrer um dano e sua amplitude e magnitude (CARVALHO, 2012:61).

Todo profissional que pertencer ao Sistema do Conselho Federal de Engenharia e Agronomia (CONFEA) e seus respectivos Conselhos Regionais (CONFEA/CREA) é obrigado a fazer, assinar e registrar a Anotação de Responsabilidade Técnica (ART) de todas as obras realizadas ou prestação de quaisquer serviços referentes à Engenharia e Agronomia, caracterizando, assim, a sua responsabilidade técnica específica sobre os mesmos (Lei Federal No 6.496/77: Art.1º). Desse modo, o profissional que realizar uma perícia deve fazer, assinar e registrar a ART do serviço prestado, sendo opcional anexá-la ou apenas informar o número da mesma no seu laudo pericial. A falta da ART sujeitará o profissional à multa e demais cominações legais (Lei Federal nº 6.496/77: Art.3º).

Todo profissional deve observar o Código de Ética de sua profissão com objetivo de conhecer e aplicar os fundamentos éticos e as condutas necessárias à boa e honesta prática das profissões, assim também, os direitos e deveres. Os profissionais ligados ao Sistema CONFEA/CREA possuem seu Código de Ética Profissional previsto na Resolução no 1.002 de 26 de dezembro de 2002. Profissionais das demais áreas devem tomar conhecimento de seus Códigos de Ética Profissionais nos seus respectivos órgãos de classe, assim como verificar a obrigatoriedade de fazer e registrar uma responsabilidade técnica sobre o serviço prestado perante seu órgão de classe, em similaridade com a ART do Sistema CONFEA/CREA. A Resolução no 1.002/2002 cita como deveres o profissional atuar com imparcialidade e impessoalidade em atos arbitrais e periciais, bem como dispensar tratamento justo a terceiros observando o princípio da equidade. A mesma resolução veda aos profissionais aceitar trabalho, contrato, emprego, função ou tarefa para as quais não tenha efetiva qualificação. A Resolução proíbe, ainda, omitir ou ocultar fato de seu conhecimento que transgrida à ética profissional. Na mesma linha, o Decreto-Lei nº 2.848 de 07 de dezembro de 1940 (Código Penal), em seu Art. 342, prevê que o perito que fizer falso testemunho ou afirmação falsa, em processo judicial, estará cometendo crime sujeito a pena de reclusão.

As competências profissionais do Sistema CONFEA/CREA estão estabelecidas na Resolução do CONFEA nº 218 de 29 de junho de 1973. Seu Art. 25 estabelece que é defeso ao profissional desempenhar atividades além daquelas que lhe compete, nestas palavras:

Art. 25 - Nenhum profissional poderá desempenhar atividades além daquelas que lhe competem, pelas características de seu currículo escolar, consideradas em cada caso, apenas, as disciplinas que contribuem para a graduação profissional, salvo outras que lhe sejam acrescidas em curso de pós-graduação, na mesma modalidade (Resolução CONFEA nº 218:1973).

O profissional que desempenhar atividades que não lhe compete estará exercendo ilegalmente a profissão. Nesta mesma linha, dispõe o Art. 6º da Lei Federal nº 5.194 de 24 de dezembro de 1966, nestes termos:

Art. 6º Exerce ilegalmente a profissão de engenheiro, arquiteto ou engenheiro-agrônomo:

- a) a pessoa física ou jurídica que realizar atos ou prestar serviços público ou privado reservados aos profissionais de que trata esta lei e que não possua registro nos Conselhos Regionais;*
- b) o profissional que se incumbir de atividades estranhas às atribuições discriminadas em seu registro;*
- c) o profissional que emprestar seu nome a pessoas, firmas, organizações ou empresas executoras de obras e serviços sem sua real participação nos trabalhos delas;*
- d) o profissional que, suspenso de seu exercício, continue em atividade;*
- e) a firma, organização ou sociedade que, na qualidade de pessoa jurídica, exercer atribuições reservadas aos profissionais da engenharia, da arquitetura e da agronomia, com infringência do disposto no parágrafo único do art. 8º desta lei (Lei Federal Nº 5.194:1966).*

Por outro lado, como um direito dos profissionais, a Resolução no 1.002/2002 assenta dever haver justa remuneração proporcional à capacidade e dedicação do profissional de acordo com os graus de complexidade, riscos, experiência e especialização requeridos pelas tarefas desempenhadas.

De acordo com o entendimento de Maia Neto (2015), configuram deveres éticos do perito os seguintes deveres comportamentais: honestidade, responsabilidade, lealdade, competência, prudência, coragem, perseverança e imparcialidade.

A atuação do perito deve ser imparcial e impessoal perante a causa, buscando sempre a verdade dos fatos. Perito dotado de imparcialidade significa alguém justo, reto, equitativo ou neutro. A imparcialidade é um requisito essencial na justiça. Já, a atuação impessoal do perito remete à atuação de forma geral, genérica, isonômica, visando dar um tratamento de igualdade ou isonomia às partes do processo.

O perito, de posse dos elementos formadores de sua convicção, tais como, observações de campo, resultados de testes, ensaios específicos, laudos laboratoriais, fotografias, avaliações, dentre outros, elaborará suas conclusões. Eles devem reproduzir de forma imparcial os fatos ocorridos e as possíveis alterações ambientais em foco na discussão do litígio, não se limitando a somente o local da perícia, pois podem haver danos extra muros, e tais danos devem pelo menos serem reportados em seu estudo. O perito não pode ampliar a conclusão do efeito de um dado fator no ambiente sem as provas adequadas ou, restringí-las com provas suficientes para comprová-las. Ele poderá ser responsabilizado pelas informações inverídicas ou suprimidas no processo, de acordo com que dispõe o Art. 158 do NCP.

Em vista disso, podemos afirmar que a atuação do perito é de grande relevância para a lide ambiental judiciária, proporcionando a evidência da verdade dos fatos e contribuindo para a convicção do juiz no processo.

2. DA INSCRIÇÃO DO PROFISSIONAL PARA A PERÍCIA JUDICIAL AMBIENTAL

O profissional que tiver interesse em trabalhar como perito deverá se inscrever em um cadastro mantido pelos Tribunais de Justiça e pela Justiça Federal, uma vez que o Art. 156 do NCP dispõe que os peritos serão nomeados entre os profissionais legalmente habilitados e os órgãos técnicos ou científicos devidamente inscritos em cadastro mantido pelo tribunal ao qual o juiz está vinculado.

O juiz terá a sua disposição uma lista de peritos cadastrados para a sua livre escolha observada a capacidade técnica e área de conhecimento, conforme determina o parágrafo segundo do Art. 157 do referido diploma legal.

3. CRONOGRAMA DOS TRÂMITES JUDICIAIS

3.1. Deferimento da realização de perícia e nomeação do perito pelo juiz.

Deferimento consiste em um despacho favorável, concordância ou atendimento de um direito ou da realização de um procedimento. No contexto jurídico e processual da produção de provas, o juiz procederá ao deferimento ou não da realização de perícia no âmbito do processo em que ele está julgando, quando existir matéria técnica em discussão, concordando ou não com a necessidade da produção de prova pericial na busca pela verdade dos fatos.

Ocorrendo o deferimento da realização de perícia pelo juiz, esse nomeará um perito especializado no objeto da perícia para a realização dos trabalhos periciais. Na sequência, o magistrado determinará a intimação das partes para indicarem seus assistentes técnicos, apresentarem quesitos e arguir impedimento ou suspeição do perito, conforme dispõe o Art. 465 do NCPC nestes termos:

Art. 465. O juiz nomeará perito especializado no objeto da perícia e fixará de imediato o prazo para a entrega do laudo.

§ 1o Incumbe às partes, dentro de 15 (quinze) dias contados da intimação do despacho de nomeação do perito:

I - arguir o impedimento ou a suspeição do perito, se for o caso;

II - indicar assistente técnico;

III - apresentar quesitos (Lei Federal nº 13.105: 2015 (NCPC)).

Os assistentes técnicos das partes, possuidores de conhecimentos técnico-científicos sobre o objeto da perícia, elaborarão e apresentarão quesitos a serem juntados nos autos do processo. Os quesitos constituem perguntas que as partes (autor e réu), o juiz ou os membros do Ministério Público formulam para o perito responder de forma a esclarecer os fatos ocorridos relacionados com o objeto da perícia que deverão ser apresentados no laudo pericial.

Tanto o impedimento como a suspeição do perito implicará a sua saída do processo, devendo ser arguida pela parte interessada por meio de uma petição dirigida ao juiz, conforme assenta o Art. 148 § 1º do NCPC. Sendo assim, o juiz mandará processar o incidente em separado e sem suspensão do processo, ouvido o arguido no prazo de 15 (quinze) dias. É importante salientar que ao perito cabe a ampla defesa e o contraditório nessas situações em que ele é submetido a impedimento ou suspeição.

Conforme prevê o Art. 467 do referido diploma legal, o perito também poderá escusar-se por impedimento ou suspeição. O juiz, ao aceitar a escusa ou ao julgar procedente a impugnação, nomeará um novo perito. Segundo Mendonça (2013), impedimento diz respeito a um "obstáculo", e ocorre quando o perito não pode exercer a função em um determinado processo, pois se encontra numa situação em que existe alguma causa que fere o princípio da imparcialidade na realização de suas funções. Como exemplos de impedimento são situações em que o perito tenha algum grau de parentesco com a parte, consanguíneo ou afim, em linha reta ou colateral até o terceiro grau, inclusive; e situações em que o perito já atua como assistente técnico de uma das partes. A suspeição é aplicada quando existir alguma dúvida quanto à neutralidade do perito judicial levando em conta interesses pessoais, relacionamentos, tendenciosidades, etc. Como exemplos de suspeição são as situações em que o perito for amigo íntimo ou inimigo de qualquer das partes ou de seus advogados e em situações que receber presentes de pessoas que tiverem interesse na causa antes ou depois de iniciada a perícia. De acordo com o Art. 466 § 1º, os assistentes técnicos são de confiança da parte, portanto, não estão sujeitos a impedimento ou suspeição.

O NCPC inovou em relação ao anterior dispondo no seu Art. 471 que as partes podem, de comum acordo, escolher o perito, indicando-o mediante requerimento, desde que sejam plenamente capazes. Essa perícia consensual substitui, para todos os efeitos, a que seria realizada por perito nomeado pelo juiz. Dessa maneira, as partes, ao escolher o perito, já devem indicar os respectivos assistentes técnicos para acompanhar a realização da perícia.

Quando um juiz nomeia um perito, é fixado de imediato o prazo para a entrega do laudo (NCPC, Art. 465), podendo, este prazo inicial ser

prorrogado a pedido formal do perito para o juiz, cabendo a esse último a decisão de deferir-lo. Cabe ressaltar que todo prazo previsto na referida lei conta-se em dias úteis, portanto, não contam finais de semana tampouco feriados.

Uma vez nomeado, o perito passa a exercer a função pública de auxiliar da justiça.

3.2. Da intimação do perito pelo juiz e da carga dos autos do processo

Intimação consiste em uma notificação por parte do juiz a respeito de alguma informação ou situação do processo judicial já formado (GARCIA, 2016). Em outras palavras, intimação é o ato pelo qual se dá ciência a alguém nos atos e termos do processo, para que se faça ou deixe de fazer alguma coisa (ARANTES, 2009). Após a apresentação dos quesitos pelas partes, o juiz determinará a intimação do perito para que o mesmo compareça ao processo. Atualmente, o perito é intimado, sempre que possível, através de endereço eletrônico, na forma da lei, o que passa a ser uma novidade com o advento do NCPC (Lei Federal nº 13.105/15, Art. 270 e 465 § 2º III). Porém, outras formas podem ser utilizadas pela justiça como a publicação dos atos no órgão oficial ou pelo correio através de carta registrada. De todas as formas, no processo é anotada a forma e data da intimação (ARANTES, 2009, op. cit.). Das formas supracitadas, o profissional tomará ciência da sua nomeação como perito sendo solicitada uma resposta a respeito da aceitação ou não do encargo.

Para tomar conhecimento do processo e responder se aceita ou não o encargo, o perito nomeado em juízo deve dirigir-se ao cartório ou à secretaria da vara judiciária para fazer a carga dos autos do processo. Os autos consistem na parte física do processo, devendo ser retirados da vara judiciária pelo perito para se apropriar das informações e planejar a sua perícia. No entanto, não deve o perito extrair quaisquer documentos dos autos do processo sob pena de responsabilidades e sanções, principalmente por ser antiético.

Se for o caso, o perito poderá escusar-se do encargo, devendo fazê-lo por meio de uma petição dirigida ao juiz no prazo legal de 15 dias úteis contado da intimação, justificando a sua escusa ou motivo do impedimento (NCPC, Art. 157 § 1º, Art. 467).

No entanto, caso aceite o encargo, o perito, por meio de uma petição dirigida ao juiz, indicará a sua pretensão honorária, apresentará o seu currículo com a comprovação de sua especialização e fornecerá os seus contatos profissionais, em especial o endereço eletrônico, para onde serão dirigidas as intimações pessoais (NCPC, Art. 465, § 2º), devendo cumpri-lo no prazo legal de 5 (cinco) dias úteis a partir da data da ciência da nomeação.

Na petição de proposta de honorários, o perito deverá propor uma quantia condizente com os trabalhos periciais, expondo a equivalência dos mesmos em horas a serem trabalhadas, tomando como base o valor da hora técnica previsto em tabelas de honorários de entidades de classes, como por exemplo, do Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de Engenharia (IBAPE); e os custos com materiais e serviços de terceiros tais como: viagens, estadias, alimentação, cópias reprográficas, custos com impressões e plotagens, dentre outros. A proposta devidamente fundamentada pode reduzir as contestações das partes e garantir segurança ao magistrado no arbitramento.

Aceitando o encargo, o perito cumprirá-lo escrupulosamente independentemente de termo de compromisso, conforme determina o Art. 466 do NCPC. Deve-se salientar que o perito deve respeitar rigorosamente os prazos que a lei determina.

A apropriação das informações de que trata os autos do processo é fundamental nas pretensões do perito nomeado para atuar no processo. Para tanto, o expert deverá, imediatamente à sua intimação (comunicando sua nomeação), fazer a leitura do mesmo, em especial a exordial (petição inicial do processo), a contestação e os quesitos, pois terá ele apenas cinco dias para aceitar ou não o encargo. No caso de o perito residir em comarca diferente daquela onde foi nomeado, é permitido ao perito solicitar a secretaria da Vara cópia das peças, a serem enviadas por email, para que possa formular seu pedido de honorários. A propriedade do conjunto organizado de informações contidas nos autos, dispostas em ordem cronológica, que constituem a mensagem acerca do litígio até aquele momento, permitirá ao profissional duas situações: primeiramente, a decisão ou não da escusa ou o impedimento; e, em segundo lugar, a ideia de como desenvolver seus trabalhos e tomar decisões, tendo em conta a base do seu conhecimento.

3.3. INTIMAÇÃO DAS PARTES E DEPÓSITO DOS HONORÁRIOS

Após a juntada da petição de aceitação do encargo e proposta de honorários aos autos do processo pelo perito, as partes serão intimadas para conhecimento e no prazo comum de (05) cinco dias se manifestarem sobre a aceitação ou impugnação dos honorários. Quando a parte contesta ou impugna a proposta de honorários realizada pelo perito, o juiz pode determinar que o perito se manifeste a respeito.

Conforme solicitação feita pelo perito, o juiz poderá autorizar o pagamento antecipado de até 50% do valor total dos honorários do perito no início dos trabalhos periciais, devendo o restante ser pago apenas ao final, depois de entregue o laudo pericial e prestados todos os esclarecimentos necessários (NCPC, Art. 465 § 4º).

Arbitrado pelo juiz o valor, o mesmo intimará a parte que houver requerido a perícia para adiantar a remuneração ou que essa seja rateada quando a perícia for determinada de ofício pela justiça ou a requerimento de ambas as partes (NCPC, Art. 95). Embora dilatatório, o prazo para depósito dos honorários periciais é preclusivo, pelo que a parte deve efetuar o pagamento no prazo estipulado pelo juiz, sob pena de indeferimento da prova técnica.

O perito será comunicado pelo cartório ou secretaria da vara em que tramita o processo, do efetivo depósito inicial dos honorários a seu favor, bem como, da disponibilidade dos autos do processo para início de fato dos trabalhos periciais.

3.4. INÍCIO DOS TRABALHOS PERICIAIS

a) Notificação aos assistentes técnicos

O perito deve levar em consideração que legalmente está perito a partir da sua nomeação e intimação, antes mesmo da elaboração da proposta de honorários, pois neste interim, tem a responsabilidade de apropriar-se das informações contidas nos autos e planejar o peticionamento informando a aceitação do encargo e a proposta de honorários. Assim que tiver ciência do depósito inicial dos honorários periciais, o perito deve fazer a carga dos autos do processo, no qual constará o comprovante de expedição de alvará automatizado a seu favor, a fim de que possa proceder ao início dos trabalhos periciais. O prazo para a entrega do laudo pericial contará a partir da data do depósito dos honorários periciais.

Nas ações de produção de provas pelo perito, as partes terão ciência da data e do local designados pelo juiz ou indicados pelo próprio perito (NCPC, Art. 474), devendo o mesmo assegurar aos assistentes técnicos das partes o acesso e o acompanhamento das diligências e dos exames que realizar, com prévia comunicação (NCPC, Art. 466 § 2º), consoante com o princípio da transparência.

Desse modo, os assistentes técnicos das partes podem acompanhar as diligências do perito em todas as fases, assessorando e fiscalizando a atuação do mesmo, orientando a parte interessada e emitindo sua opinião técnica onde e quando necessário. Ainda, averiguar a consistência do laudo pericial elaborado pelo perito, concordando ou discordando por meio de um parecer técnico. Portanto, a indicação de assistente técnico é de fundamental importância para dar segurança e eficiência à produção da prova pericial, tendo a liberdade, de acordo com a sua autonomia, conveniência e possibilidades, de emitir sua opinião técnica a qualquer tempo.

b) Planejamento e execução da perícia

O planejamento da perícia possibilita perceber a realidade, avaliar os caminhos, construir um referencial futuro, o trâmite adequado e reavaliar todo o processo a que a compatibilização dos fatos e das ações se destina. Essa ação racional do perito é exigida com total zelo e diligência (NCPC, Art. 157), cumprindo escrupulosamente o encargo que lhe foi cometido (NCPC, Art. 466), devendo concluir seus trabalhos dentro do prazo fixado pelo juiz, incluída sua eventual prorrogação (NCPC, Art. 476).

O perito deve ter uma visão sistêmica do ambiente para avaliar o cenário de maneira ampla, considerando fatores internos e externos. Por tudo isso, é fundamental o perito proceder à leitura atenta dos autos do processo para apropriar-se das informações e fatos acerca do objeto da perícia com o objetivo de planejamento e execução adequados da perícia tendo como base o seu conhecimento técnico-científico especializado.

Para ser mais produtivo é recomendável uma lista de verificação, que consiste num instrumento de organização e controle, composto por um conjunto de tarefas, ações ou itens que devem ser lembradas e seguidas de forma ordenada e dentro de um prazo estipulado.

Dentre as principais estão:

1º) Objeto da perícia;

2º) Os fatos controversos colocados pelas partes em litígio, e pelo Ministério Público, se for o caso;

3º) Quesitos formulados pelo juiz, pelas partes, pelo Ministério Público (quando este estiver presente no processo), inserindo-os no texto de forma que os quesitos formulados pelo juiz venham em primeiro lugar.

4º) Documentos a serem analisados presentes nos autos do processo;

5º) Documentos a serem requisitados em repartições públicas e para as partes;

6º) Leis, Decretos e normas regulamentadoras a serem consultados;

7º) Bibliografia e profissionais a serem consultados;

8º) Providência de testes, ensaios específicos, medições, amostragens e análises laboratoriais químicas, físicas e biológicas;

9º) Obtenção de mapas, cartas, plantas, fotografias aéreas ou imagens de satélite;

10º) Viagens em decorrência da coleta de dados, informações ou documentos.

Conforme o Art. 473 §3o do NCPC, o perito, assim como os assistentes técnicos, pode valer-se de todos os meios necessários para a produção de provas, tendo por fim a busca da veracidade das informações e o esclarecimento dos fatos, nestas palavras:

Art. 473. O laudo pericial deverá conter:

I - a exposição do objeto da perícia;

II - a análise técnica ou científica realizada pelo perito;

III - a indicação do método utilizado, esclarecendo-o e demonstrando ser predominantemente aceito pelos especialistas da área do conhecimento da qual se originou;

IV - resposta conclusiva a todos os quesitos apresentados pelo juiz, pelas partes e pelo órgão do Ministério Público.

§ 1o No laudo, o perito deve apresentar sua fundamentação em linguagem simples e com coerência lógica, indicando como alcançou suas conclusões.

§ 2o É vedado ao perito ultrapassar os limites de sua designação, bem como emitir opiniões pessoais que excedam o exame técnico ou científico do objeto da perícia.

§ 3o Para o desempenho de sua função, o perito e os assistentes técnicos podem valer-se de todos os meios necessários, ouvindo testemunhas, obtendo informações, solicitando documentos que estejam em poder da parte, de terceiros ou em repartições públicas, bem como instruir o laudo com planilhas, mapas, plantas, desenhos, fotografias ou outros elementos necessários ao esclarecimento do objeto da perícia (Lei Federal nº 13.105: 2015 (NCPC)).

Constituem atividades básicas de uma perícia: leitura e análise técnica dos autos do processo e da documentação apresentada no mesmo; busca de documentos importantes e coleta de informações; vistorias, exames, inspeções, testes, ensaios específicos, medições, amostragens e análises laboratoriais do objeto de prova; análise e diagnóstico dos elementos periciais e das ocorrências; escolha e justificativa dos métodos e critérios periciais; soluções e recomendações técnicas quando possível ou necessário; considerações finais e conclusões; e redação do laudo pericial com respostas fundamentadas a todos os quesitos formulados. No item referente à estrutura do laudo pericial estas atividades básicas serão esclarecidas.

Como pode-se observar o conteúdo do artigo anteriormente mencionado nos termos do NCPC, o legislador previu o conteúdo mínimo que um laudo pericial precisa conter, assumindo uma grande relevância para a perícia (NCPC, Art. 473). Portanto, o perito deve apresentar esse conteúdo mínimo no seu laudo pericial, podendo acrescentar outros tópicos que entenda ser relevantes para o esclarecimento dos fatos ocorridos a respeito do objeto pericial.

c) Redação do Laudo Pericial

O perito deve escrever o seu laudo pericial de forma que consiga transmitir ao leitor o correto entendimento sobre os fatos que foram objeto da perícia. Para que isso ocorra, reveste-se de importância o domínio mínimo da norma culta da língua portuguesa pelo profissional, como também escrever o laudo pericial numa linguagem simples, clara, compreensível, objetiva, concisa, precisa, impessoal e com coerência lógica (NCPC, Art. 473 § 1º).

O perito ao redigir o laudo deve empregar o verbo na terceira pessoa do singular. De nada adianta o perito ter o conhecimento técnico-científico dos fatos se ele não conseguir transmiti-lo para o leitor que desconhece a parte técnica e científica, como é o caso do juiz, das partes e de seus advogados e, se for o caso, do Ministério Público. O leitor, ao proceder à leitura do laudo pericial, precisa entender claramente o que o perito analisou e concluiu a respeito do objeto da perícia. Salienta-se que o perito precisa explicar o conteúdo do seu laudo quando estiver expondo numa linguagem técnica e científica para que o leitor entenda inequivocamente a verdade dos fatos ocorridos.

É importante, também, o entendimento de que o perito é o especialista da área de conhecimento a que se refere o objeto pericial, devendo o mesmo elucidar e esclarecer os fatos ocorridos, dirimindo dúvidas de quem carece de tais conhecimentos. Portanto, o perito não deve dizer nada daquilo que não tenha convicção, assim como mentir, omitir e julgar. A atuação do perito é de assessorar o juiz no conhecimento técnico-científico, devendo ser objetivo e sem hesitações, não deixando o juiz com dúvidas. Se o juiz ficar com dúvidas, ele solicitará uma nova perícia.

O atual CPC é bastante claro no seu artigo 473, parágrafo segundo, ao disciplinar o limite de atuação do perito: *“É vedado ao perito ultrapassar os limites de sua designação, bem como emitir opiniões pessoais que excedam o exame técnico ou científico do objeto da perícia”*.

No que concerne aos quesitos, cabe ressaltar que não é essencial a presença de quesitos para a realização de uma perícia. Em outras palavras, o perito não pode dizer que não fará uma perícia alegando que não existem quesitos formulados nos autos do processo. Nesta situação, o perito analisará nos autos os pontos divergentes alegados pelas partes e os fatos controversos, planejando a sua perícia no âmbito desses. Compete ao perito a responsabilidade de esclarecer questões relevantes que se relacionem com o objeto a ser periciado, porquanto ele é o especialista na área de conhecimento. Os quesitos são parte determinante e obrigatória da perícia, e consistem de perguntas que as partes (autor e réu), juiz e Ministério Público formulam para o perito responder de forma a dirimir suas dúvidas em relação ao objeto pericial (MAIA NETO, 2015:77). O perito, a princípio, é obrigado a responder a totalidade dos quesitos formulados pelo juiz, pelo autor, pelo réu e pelo Ministério Público, embora não ocorra o cerceamento de defesa quando deixa de fazê-lo ante à falta de elementos, devidamente justificado, ou por tratar-se de quesito não técnico. (ARANTES, 2009, op. Cit.). Devem ser separados os quesitos de acordo com quem os formulou, devendo estar à frente os quesitos formulados pelo juiz. Deve haver respostas conclusivas a todos os quesitos formulados, devendo ser curtas, objetivas e fundamentadas, sem, no entanto, procurar desvencilhar-se ou evadir-se através de monossilabos (sim ou não), evitando também tendenciosidades e distorções (MAIA NETO, 2015, op. Cit.). O perito deve responder exatamente aquilo que o quesito está perguntando, não cabendo a ele o exercício de adivinhações tampouco a onisciência (afirmações sem justificativas ou fundamentações) (MAIA NETO, 2015: 83). Se houver quesitos que o perito entenda não estarem relacionados com o objeto da perícia, ou cujo conteúdo não é da competência do perito responder, ou mesmo solicitando uma opinião pessoal, não deverão ser respondidos, cabendo ao perito apenas indicar que o assunto ultrapassa os seus limites de atuação. Salienta-se que, na dúvida, o perito deve consultar ao juiz sobre a pertinência e obrigatoriedade da resposta.

O perito deverá apresentar as suas conclusões técnicas ou científicas acerca da perícia que realizou, mencionando os fatos e circunstâncias em que se basearam suas conclusões e dentro de seus limites de atuação, abstendo-se de conclusões de cunho pessoal ou legal. A conclusão deve ser coerente com o desenvolvimento da perícia, assim como ser objetiva, clara, precisa e consistente.

3.5. Prorrogação do prazo de entrega do Laudo Pericial

Se o perito, por motivo justificado, não puder apresentar o seu laudo pericial dentro do prazo, poderá requerer um prazo maior antes do vencimento do prazo originalmente estipulado pelo juiz. O prazo será prorrogado, por uma vez, pela metade do prazo originalmente fixado (NCPC, Art. 476 *caput*).

3.6. Entrega do Laudo Pericial

Finalizada a redação do laudo pericial com seus devidos anexos, neles inclusa a Anotação de Responsabilidade Técnica (ART) e com suas devidas revisões técnicas, o perito deverá protocolar o seu laudo pericial em juízo (dentro do prazo fixado pelo juiz) juntamente com uma petição escrita solicitando a juntada do mesmo aos autos do processo, com pelo menos 20 (vinte) dias de antecedência da audiência de instrução e julgamento (NCPC, Art. 477 *caput*). Concomitantemente ao protocolo do

Laudo Pericial em juízo, poderá o perito comunicar às partes e aos seus assistentes técnicos o término da perícia e a entrega do mesmo como uma forma de cordialidade, podendo ser realizada esta comunicação por e-mail para agilizar a ciência daqueles.

3.7. As partes serão intimadas para as suas manifestações sobre o Laudo Pericial

Após a juntada do Laudo Pericial aos autos do processo pelo perito, o juiz intimará as partes para, querendo, manifestar-se sobre o Laudo Pericial no prazo comum de 15 dias (úteis), podendo o assistente técnico de cada uma das partes, em igual prazo, apresentar seu respectivo parecer (NCPC, Art. 477 § 1º).

3.8. O perito tem o dever de esclarecer

O perito tem o dever de, no prazo de 15 dias (úteis), esclarecer ponto sobre o qual exista divergência ou dúvida de qualquer das partes, do juiz ou do órgão do Ministério Público, após a manifestação apresentada nos autos do processo pelos mesmos, assim como esclarecer ponto divergente apresentado no parecer do assistente técnico da parte (NCPC, Art. 477 § 2º).

3.9. Necessidade de maiores esclarecimentos

Se, mesmo depois dos esclarecimentos prestados pelo perito ainda houver necessidade de maiores esclarecimentos, a parte poderá requerer ao juiz que mande intimar o perito ou o assistente técnico a comparecer à audiência de instrução e julgamento, formulando, desde logo, os quesitos. Diante dessa necessidade, o perito ou o assistente técnico será intimado por meio eletrônico, com, pelo menos, 10 dias de antecedência da audiência (NCPC, Art. 477 §§ 3º e 4º). Os quesitos formulados nesta etapa pelas partes serão os chamados quesitos complementares.

3.10. Perícia não devidamente esclarecida

Quando a matéria referente ao objeto da perícia não for suficientemente esclarecida, mesmo após todos os esclarecimentos prestados pelo perito, o juiz poderá determinar, de ofício ou a requerimento da parte, a realização de nova perícia (NCPC, Art. 480).

3.11. Levantamento do restante dos honorários (outros 50%)

Após prestados todos os esclarecimentos pelo perito e não restando nenhuma dúvida por parte do autor, do réu, do juiz ou do Ministério Público, o juiz determinará a expedição de alvará de pagamento do restante dos honorários ao perito, ou seja, o pagamento dos outros 50% do montante dos honorários.

Porém, quando a perícia for considerada inconclusiva ou deficiente, o juiz poderá reduzir a remuneração inicialmente arbitrada para o trabalho (NCPC, Art. 465 § 5).

4. Conclusão

A perícia ambiental judicial reveste-se de importância em virtude de muitos conflitos relacionados com questões ambientais serem discutidos e resolvidos pela via judicial. No âmbito de um processo judicial, a prova pericial, solicitada quando for necessária a atuação de profissionais com conhecimentos técnico-científicos especializados, tem um papel fundamental para clarificar os fatos e situações ocorridas, manifestada na forma de um laudo pericial. De modo que, o profissional aspirante à função de perito ambiental judicial deve conhecer e seguir os trâmites previstos na Lei Federal nº 13.105/3015 - Novo Código de Processo Civil, se apropriando dos aspectos técnicos, legais e éticos envolvidos em toda atividade pericial desenvolvida no âmbito da justiça nas suas diversas etapas, sobretudo na elaboração do laudo pericial, para que haja eficácia do processo judiciário.

As diligências periciais devem ser desenvolvidas de forma organizada, com rigor e dentro do prazo determinado pelo juiz, empregando os conhecimentos técnico-científicos especializados e as metodologias adequadas ao caso concreto, culminando na elaboração do laudo pericial escrito numa linguagem simples, clara, compreensível, objetiva, concisa, precisa, impessoal e com coerência lógica, como já dito.

Uma das inovações do novo NCPC em relação ao Código anterior (Lei Federal nº 5.869/1973) é a possibilidade do assistente técnico ter acesso e acompanhamento a todas as investigações e diligências executadas pelo perito oficial, concordando, criticando, discordando, no todo ou em parte, ou complementando o laudo pericial através de seu parecer técnico. A repercussão disso é que o trabalho do assistente técnico ganha importância no âmbito do processo legal uma vez que somente haverá crítica e discordância do trabalho do perito oficial se houver assistentes técnicos qualificados assistindo às partes, contribuindo para a eficácia do processo judicial.

Concluindo, a reunião de todos os pontos essenciais e sequenciais da atividade pericial apresentados proporcionará um suporte consistente ao perito para desenvolver seus trabalhos e qualificar o laudo pericial.



AUTOR:

Pedro Kruk
Engenheiro Civil
Especialista University of California-
Berkeley em concrete mass
CREA PR 5184/D

Perícias em Barragens: Aspectos Práticos

1. Da condução da prova pericial

Preliminarmente, cumpre rememorar que é dever do Perito ter como premissa, na condução da prova pericial, a imparcialidade, capacidade e independência técnica, respeito ao juízo, às Partes e demais agentes atuantes no processo.

Deve ainda ter como premissa o disposto na lei, a saber (Código de Processo Civil):

Artigo 473. O laudo pericial deverá conter:

I - A exposição do objeto da perícia;

II - A análise técnica ou científica realizada pelo perito;

III - a indicação do método utilizado, esclarecendo-o e demonstrando ser predominantemente aceito pelos especialistas da área do conhecimento da qual se originou;

IV - Resposta conclusiva a todos os quesitos apresentados pelo juiz, pelas partes e pelo órgão do Ministério Público.

§ 1º - No laudo, o perito deve apresentar sua fundamentação em linguagem simples e com coerência lógica, indicando como alcançou suas conclusões.

§ 2º - É vedado ao perito ultrapassar os limites de sua designação, bem como emitir opiniões pessoais que excedam o exame técnico ou científico do objeto da perícia.

Artigo 475 - Tratando-se de perícia complexa que abranja mais de uma área de conhecimento especializado, o juiz poderá nomear mais de um perito, e a parte, indicar mais de um assistente técnico.

Tendo tais premissas em mente, passa-se ao exemplo prático de perícia de barragem, ilustrado abaixo:

2. Exemplo prático



Quesito:

Quais as principais falhas de projeto que causaram o acidente?

Resposta:

As principais falhas de projeto foram:

Ausência de verificação numérica da estabilidade do vertedouro.

Vide cálculo de estabilidade, em que se constata que a estrutura não era estável nas seguintes situações:

Carregamento	Verificação	Condição
Carregamento de construção (CCC)	Deslizamento	Módulo 4, isoladamente instável
Carregamento normal de operação (CCN)	Flutuação	Os módulos 1,2,3 e 7, isoladamente instáveis
	Tombamento	Os módulos 1,2,3, 4, 6, 7 e 8, isoladamente instáveis
	Deslizamento	Somando-se as forças solicitantes e resistentes para os 8 módulos, a estrutura é instável
Carregamento excepcional devido à passagem da chela máxima de projeto (CCE)	Flutuação	Os módulos 1, 2, 3 e 7, isoladamente instáveis
	Tombamento	Os módulos 1, 2, 3, 4 e 7, isoladamente instáveis
	Deslizamento	Somando-se as forças solicitantes e resistentes para os 8 módulos, a estrutura não atende ao requerido de estabilidade

Resultado



Conclusão

Interpretação equivocada das características do terreno de fundação, considerado como competente para fundação de estrutura de concreto, porém com propriedades geotécnicas semelhantes às de um solo arenoso (friável, erodível, colapsível), comprovadas por sondagens e ensaios de laboratório durante as fases de projeto;



Figura 21: Arenito branco friável no qual deveriam ter sido fundadas as estruturas do vertedouro

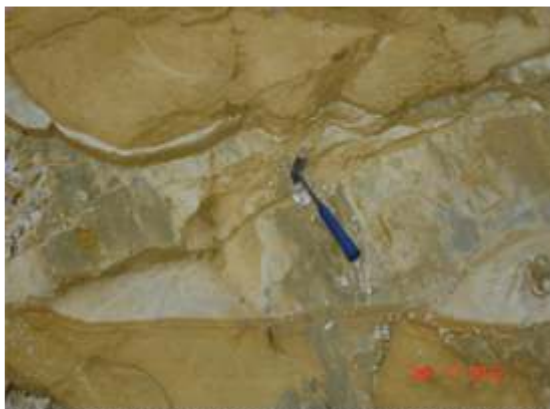


Figura 22: Cravação do martelo no arenito branco evidenciando a baixa coerência do material.

Negligência em identificar

Ocorrência de fenômenos de **erosão interna regressiva (piping)** durante a construção do vertedouro com indícios de problemas após a saturação do maciço e instalação de supressões decorrentes do enchimento do reservatório;



Figura 23: erosão típica causada por piping no terreno abaixo da fundação original do vertedouro.



Figura 24: Detalhe do piping erosivo com formação de galeria de dimensão métrica com profundidade de 5 m.

Falta de instrumentação da estrutura do vertedouro e tomada d'água, que poderia ter indicado a necessidade de medidas emergenciais.

3. Implicações da ART

No caso concreto, havia indicação de sócios da Construtora como responsáveis pela elaboração do projeto que, como destacado acima, possuía falhas que culminaram com a ruptura da barragem, em que pese ter informado ser uma empresa projetista especialista subcontratada a real executora dos projetos, fato que, por vezes, ocorre, visando não o acervo, porém, no caso concreto, a Anotação de Responsabilidade Técnica foi fator decisivo para atribuição da responsabilidade pelo acidente.

4. IEP e IBAPE

Protagonismo a que fazem jus - reflexões

Dada a importância do assunto no presente cenário, ante os acidentes graves ocorridos, a título de reflexão, cita-se os seguintes pontos:

a) Em licenças de instalação e operação de empreendimentos que contenham barragens, via de regra, existem condicionantes ambientais, fundiárias, sociais, mas jamais presenciei condicionantes técnicos visando a segurança da barragem.

Caberiam, no campo da **prevenção**, por exemplo:

- *Certificação de Profissionais projetistas e executores de barragens;*
- *Especialização de profissionais para análise de projetos e execução de barragens, com foco na segurança do projeto;*
- *Atuação do CONFEA, IEP, IBAPE dentre outros órgãos técnicos junto ao Ministério Público, Órgãos Ambientais e demais agentes envolvidos na liberação de licenças, visando condicionantes relativos à segurança;*

E, em casos de acidentes, no campo da **apuração do acidente**, a fim de lhes dar o protagonismo a que fazem jus, por exemplo:

- *Especialização em Perícias de grande complexidade – equipes multidisciplinares;*
- *Comitê técnico e jurídico de mediação e arbitragem efetivos, compostos por profissionais multidisciplinares (pelo menos um – Presidente ou um dos Árbitros com formação técnica especializada).*

Algumas considerações sobre ocorrências de infiltrações em edificações sem planos de manutenção



AUTORES:
Patricia Bertotto
Engenheira Civil
CREA RS 126.781/D



Fredy Estupiñán Carranza
Engenheiro Cartógrafo
Mestre em Ciências Geodésicas
Perito Judicial Estadual e Federal
em Cartografia e Agrimensura.
Vice Presidente de Desenvolvimento
do IBAPE PR
CREA PR 23412/D

O Artigo é um estudo de caso em base de trabalhos realizados pela Eng. Civil e Perita Patricia Bertotto, especialista em patologias construtivas. Os dados analisados podem ser considerados como uma amostra aleatória e representativa da população pelas características temporais e espaciais que apresenta, e em consequência os resultados da pesquisa podem ser inferidos para a população.

É verificado nos trabalhos periciais de infiltrações, que as mesmas aparecem, sem que os usuários se deem conta e sem que os síndicos ou os condôminos possam percebê-las. O trabalho tem por objetivo o retrato do perfil das edificações com esta patologia, esboça recomendações e protocolos que poderiam ser implantados nas construções para tentar minimizar o prejuízo econômico e os danos materiais com a construção. As conclusões do trabalho são de muita importância para os profissionais da área.

1. INTRODUÇÃO

Não são poucos os casos de ocorrência de infiltrações em edificações, principalmente quando não existe um plano de manutenção predial, ou quando este não é bem executado. Quando se tornam perceptíveis, em alguns casos, elas já estão provocando o aparecimento de outras manifestações patológicas em razão da presença inadequada de água, tais como fissuras, corrosão de armaduras do concreto armado, destacamento de revestimentos e etc. Quando o tratamento não é providenciado de imediato, leva os casos ao aumento dessas manifestações.

A partir da realização de um estudo de caso é que foi possível esclarecer a forma como as manifestações patológicas acontecem, suas origens e de que modo devem ser tratadas pelos usuários. Através da análise das situações observadas durante o estudo e o levantamento das manifestações patológicas, conseguiu-se retratar qual a origem dos fatores de maior relevância para a ocorrência de infiltrações.

O trabalho apresenta alguns exemplos de danos relacionados à infiltrações, que podem surgir nas edificações devido à falta de manutenção preventiva a médio e longo prazo. Propõe também, a adoção de um método simples e prático para a realização de planejamentos de manutenção periódica.

O trabalho está organizado em três partes, sendo a primeira a revisão bibliográfica, onde são citados autores e os conceitos de suas exposições dos assuntos relativos ao tema. A segunda parte relata o procedimento de análise, resumo do estudo abordado para a concretização deste artigo através de levantamento de dados, pesquisas e levantamento de trabalhos de vistorias prediais realizados. Por fim é mostrado um plano de manutenção para que, de um modo prático, seja possível manter a boa saúde de edificações.

2. OBJETIVO

O objetivo principal do trabalho é chamar a atenção sobre a altíssima frequência de ocorrência desta patologia nas edificações e esboçar recomendações para minimizar estas ocorrências a fim de não causar tantos transtornos aos proprietários.

As infiltrações provocam problemas que quando não tratados adequadamente, podem gerar sérios danos às construções, sendo estes, fissuras, corrosão de armaduras, destacamento de revestimentos entre outros. O conhecimento das causas e metodologias para minimizar a ocorrência é também o objetivo de este trabalho.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 CONCEITOS DE DURABILIDADE, DESEMPENHO E VIDA ÚTIL NAS EDIFICAÇÕES.

BLACHERE (1974), diz que o conceito de desempenho de edificações vinha sendo estudado em todo o mundo por mais de 40 anos, e de acordo com ele, pode ser definido como o comportamento, a partir do modo de uso das construções.

CLIFTON (1993), reforça a importância que deve ser dada aos projetos, prevendo uma maior vida útil às edificações em termos de durabilidade das estruturas de concreto.

No livro CORROSÃO EM ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO; TEORIA, CONTROLE E MÉTODOS DE ANÁLISE, de CUNHA, HELENE, LOURENÇO, RIBEIRO, ALMEIDA, GALES E SOUSA (2013), os autores definem que a durabilidade de uma estrutura está associada à projeção da vida útil estabelecida para cada estrutura, levando em consideração as características da construção, o meio onde está construída, o desempenho desejado, entre outros fatores. Ou seja, por quanto tempo tal estrutura irá ter um bom desempenho sem que haja manutenção.

RECENA (2011), diz que deve haver compatibilidade a partir da previsão da vida útil da edificação e sua durabilidade.

Segundo a NBR 15575 - Desempenho de edifícios habitacionais -, desempenho é definido a partir do comportamento de um edifício enquanto estiver em uso, e durabilidade, é o modo como o edifício se conserva de acordo com uma utilização prevista.

3.2 PROBLEMAS MAIS COMUNS NAS ESTRUTURAS

Segundo VERÇOZA (1991), quando se conhece os problemas ou defeitos que uma construção pode vir a apresentar e suas causas, a chance de se cometer erros reduz muito. O autor citado menciona que esse conhecimento é tão mais importante quanto maior a responsabilidade profissional na construção/obra. O autor ainda diz que as novas construções favorecem muito o aparecimento de patologias nas edificações. Sempre se está à procura de construções que sejam realizadas com o máximo de economia, reduzindo assim o excesso de segurança, em função do conhecimento mais aperfeiçoado e aprofundado dos materiais e dos métodos construtivos. Com um estudo preciso para se utilizar um determinado material tem-se a redução ideal do seu consumo. Mas, com isso, o mínimo erro pode gerar diversas patologias.

KLEIN (1999) cita que o surgimento das manifestações patológicas é favorecido pela má qualidade da mão-de-obra e pela falta de conhecimento dos materiais utilizados nas construções, bem como, FARAH (1996), no livro PROCESSO DE TRABALHO NA CONSTRUÇÃO HABITACIONAL: TRADIÇÃO E MUDANÇA, explica que o surgimento de novas tecnologias construtivas não é acompanhado pelo conhecimento das pessoas envolvidas nas construções, desde o emprego de novos materiais até o uso de novas ferramentas, prejudicando consideravelmente o resultado final esperado.

A seguir são citadas as manifestações patológicas encontradas de forma recorrente nas edificações.

3.2.1 FISSURAS

As fissuras existentes nas edificações podem ter diferentes causas. A seguir estão relacionados os mecanismos de formação das fissuras:

- Fissuras causadas por movimentações térmicas
- Fissuras causadas por movimentações higroscópicas
- Fissuras causadas por atuação de sobrecarga
- Fissuras causadas por deformabilidades excessivas de estruturas de concreto armado
- Fissuras causadas por recalque de fundação
- Fissuras causadas por retração de produtos a base de cimento
- Fissuras causadas por alterações químicas dos materiais de construção

FIGURA 01 As fotografias que seguem ilustram algumas situações.



3.2.2 CORROSÃO DE ARMADURAS

Dentre os vários autores pesquisados, parece existir um consenso sobre as definições do processo de corrosão. Para HELENE (1986), corrosão é uma interação destrutiva de um material com o ambiente, seja por reação química, ou eletroquímica.

Para BAUER (1994), a corrosão é a transformação não intencional de um metal, a partir de suas superfícies expostas, em compostos não aderentes, solúveis no ambiente em que o metal se encontra.

GENTIL (2003), tem uma definição muito semelhante às anteriormente citadas e acrescenta que a corrosão, em alguns casos, se assemelha ao inverso do processo metalúrgico, e completa dizendo que o resultado da corrosão de um metal é bem semelhante ao minério do qual é originalmente extraído. O óxido de ferro mais comumente encontrado na natureza é a hematita, Fe_2O_3 , e a ferrugem é o Fe_2O_3 hidratado, $Fe_2O_3 \cdot nH_2O$, isto é, o metal tendendo a retornar a sua condição de estabilidade.

Segundo ANDRADE (1992), a corrosão pode levar a diminuição da seção da armadura devido a perda de elétrons oriundas da reação de oxidação, e assim causar fissuras no concreto, na direção paralela à armadura. Com isso manchas podem vir a surgir no concreto, isso acontece quando os poros do concreto estão com um alto índice de saturação, o que leva essas manchas nem sempre aparecer no local exato da corrosão.

Tendo definido o que é corrosão, posso apontar alguns comentários sobre como controla-la.

FORTES (1995), afirma que para que o metal sujeito à corrosão permaneça em equilíbrio estável, faz-se necessário a cessão contínua de energia em quantidade adequada, feita através de métodos de proteção.

Devemos observar que não necessariamente a corrosão é um fenômeno indesejável. No caso de uma proteção catódica, por exemplo, um metal menos nobre é colocado propositalmente e para oxidar-se, afim, de proteger estruturas produzidas de metais mais nobre e custo mais elevado. Portanto neste caso a corrosão é um fenômeno bem vindo.

FIGURA 02 As fotografias que seguem ilustram algumas situações.



3.2.3 DESTACAMENTO DE REVESTIMENTOS

Muitas manifestações patológicas ocorrem em revestimentos, tanto nos de argamassa, como em revestimentos cerâmicos. Atualmente observa-se um aumento de casos de destacamento de revestimentos cerâmicos, principalmente pela falta do emprego de boa técnica durante a execução de fachadas.

A classificação das manifestações pode ser apresentada por BARROS (1997) e interpretando SABBATINI (1986), onde as patologias são classificadas de acordo com sua origem:

- Aderência insuficiente;
- Capacidade de acomodação plástica inadequada (quando endurecida);
- Deficiente resistência mecânica.

BAUER (1997) aposta nas condições de substrato como condição de aderência mecânica.

São vários os autores que realizaram trabalhos para identificar a causa dos problemas patológicos em revestimentos cerâmicos de fachada. Segundo IOSHIMOTO (1988), "no caso de fissuras, trincas e rachaduras as causas possíveis envolvem algum tipo de movimentação, seja do edifício em geral, entre elementos e/ou componentes construtivos que geram tensões nos materiais, geralmente de tração e, em alguns casos, cisalhamento.

FIGURA 03 As fotografias que seguem ilustram algumas situações.



3.2.4 INFILTRAÇÕES

Já em 1985, PEREZ dizia que a umidade nas construções representa uma solução difícil. Além das soluções serem custosas, ainda provocam grande desconforto aos usuários. Esse custo elevado está relacionado, segundo o autor, à complexidade das causas e fatores envolvidos no assunto.

Mais uma vez aqui é citada a modernidade como causa principal do aumento de manifestações patológicas ligadas às infiltrações. O uso de paredes de alvenaria como elementos de vedação resultam na esbeltes dessas paredes, conforme as mudanças dos conceitos de arquitetura. Além disso, mas também relacionado aos novos conceitos de modernidade, observa-se diferentes materiais em elementos de “fechamento” da estrutura, propiciando o aumento de juntas entre os diferentes materiais, que por sua vez, trabalham e comportam-se de forma diferente.

VERÇOZA, em 1991, diz que a umidade é fator principal como causa de manifestações patológicas como eflorescências, ferrugens, mofo, bolores, perda de pinturas, de rebocos e até a causa de acidentes estruturais. Dentre as origens cita-se umidades provenientes da própria construção, existentes nos poros dos materiais, trazidas por capilaridade ou chuvas, provenientes de vazamentos em redes hidráulicas ou resultantes do fenômeno da condensação.

Na tabela abaixo se observa a relação das origens com os locais onde podem ser encontradas:

Tabela 1 – origem da umidade nas construções

Origens	Presente na
Umidade proveniente da execução da construção	Confeção do concreto
	Confeção de argamassas
	Execução de pinturas
Umidade oriunda das chuvas	Cobertura (telhados)
	Paredes
	Lajes de terraços
Umidade trazida por capilaridade (umidade ascensional)	Terra, através do lençol freático
Umidade resultante de vazamento de redes de água e esgotos	Paredes
	Telhados
	Pisos
	Terraços
Umidade de condensação	Paredes, forros e pisos
	Peças com pouca ventilação
	Banheiros, cozinhas e garagens

Fonte: Adaptada de KLEIN, 1999.

FIGURA 04 Anomalias mais frequentes em paredes exteriores.



Fonte: KLEIN, 1999.

4. ANÁLISE DOS DADOS

4.1 DESCRIÇÃO DA AMOSTRA ANALISADA

Utilizando-se uma amostragem Estratificada proporcional, foi escolhida uma amostra com 60 elementos. Os elementos são edificações que possuem até doze pavimentos. Estes elementos estão estratificados em três categorias: aqueles que apresentam tempo de construção superior a vinte anos, os que estão entre quinze e vinte anos de construção e os que contam com menos de quinze anos de construção.

Para cada elemento foi adotado um nível, o qual caracteriza o estado de conservação da edificação, de acordo com as deteriorações observadas, provindas de danos causados por infiltrações.

A partir dessa classificação podem-se dividir os edifícios em três níveis, quais sejam:

NÍVEL 1 – deterioração baixa;
NÍVEL 2 – deterioração mediana;
NÍVEL 3 – deterioração avançada.

Tabela 2 – apresentação das edificações levantadas

NOME	ANO	NOME	ANO	NOME	ANO
Abaeté	1965	Cristiano	1999	Antonio Gaudi	2013
Alamo	1986	Danilo	1998	Alfr.de Pellegrini	2010
Amanda	1996	Dom Chichio	1998	Beach Palace	2008
Beber	1992	Dona Amélia	2000	Deuville	2010
Bier	1995	Dona Francisca	2002	Diane	2008
Cacique	1966	Dona Laura	2000	Dijol	2005
Charrua	1976	Doral	2001	Dona Dalila	2006
Clemente Cifali	1992	Fontana	2003	Dortmund	2012
Dona Angélica	1985	Ilha di Caribe	2000	Ilhas Cayman	2012
Espl. do Farol	1984	Ilhas de Atlântida	2002	Mir. Aconcágua	2013
Flamingo	1960	Jurere	2000	Mor.das Dunas	2007
Frima	1965	Palazzio Vechio	1998	Ondas do Mar	2005
Ilha do Mel	1990	Paulo Tietze	2000	Pacific	2010
Jalisco	1988	Porto Seguro	2003	Palazzo Felicitá	2011
Leme	1982	Ravena	1998	Pergamo	2012
Litoral Park	1994	Res. Farol	2003	Rio Tevere	2012
Mares do Sul	1993	Rio Guaiba	1998	Rio Uruguai	2004
Mediterrâneo	1982	Rosilar	2000	Safira	2012
Miami	1987	Santrini	1999	Vila Cadiz	2012
Morgana	1983	Stechman	2000	Vilaggio di Italia	2012

Tabela 3 – classificação do nível das edificações levantadas

EDIFÍCIO	NÍVEL 1	NÍVEL 2	NÍVEL 3
Abaeté	1965		
Alamo		1986	
Amanda	1996		
Antoni Gaudi	2013		
Alfredo de Pellegrini	2010		
Beach Palace	2008		
Beber			1992
Bier		1995	
Cacique		1966	
Charrua	1976		
Cristiano			1999
Clemente Cifali	1992		
Danilo		1998	
Deuville	2010		
Diane	2008		
Dijol		2005	
Dom Chichio			1998
Dona Amélia		2000	
Dona Angélica			1985
Dona Dalila			2006
Dona Laura	2000		
Dona Francisca	2002		
Doral		2001	
Dortmund		2012	
Esplanada do Farol		1984	
Flamingo		1960	
Fontana			2003

EDIFÍCIO	NÍVEL 1	NÍVEL 2	NÍVEL 3
Frima		1965	
Ilhas Cayman	2012		
Ilhas de Atlântida	2002		
Ilha di Caribe			2000
Ilha do Mel	1990		
Jalisco		1988	
Jurere			2000
Leme		1982	
Litoral Park	1994		
Mirador Aconcágua	2013		
Morada das Dunas	2007		
Mares do Sul			1993
Mediterrâneo		1982	
Miami			1987
Morgana		1983	
Ondas do Mar	2005		
Pacific			2010
Palazzo Felicitá		2011	
Palazzio Vechio		1998	
Paulo Tietze		2000	
Pergamo		2012	
Porto seguro	2003		
Ravena	1998		
Residencial Farol		2003	
Rio Guaiba		1998	
Rio Tevere	2012		
Rio Uruguai	2004		
Rosilar			2000
Safira	2012		

EDIFÍCIO	NÍVEL 1	NÍVEL 2	NÍVEL 3
Santini	1999		
Stechman	2000		
Vila Cadiz		2012	
Vilaggio di Italia		2012	
TOTAL DE PRÉDIOS	25	23	12

4.2. ANÁLISE DE DADOS

FIGURA 05 : PORCENTAGENS DOS PRÉDIOS PELO NÍVEL DE DETERIORIZAÇÃO



Da amostra analisada foi possível perceber que: 41,67% dos prédios estão enquadrados no nível 1; 38,33% enquadraram-se no nível 2; 20,00% correspondem ao nível 3.

FIGURA 06 : NÍVEL DE DETERIORIZAÇÕES CAUSADAS POR INFILTRAÇÕES DE NÍVEL 1



FIGURA 07 : NÍVEL DE DETERIORIZAÇÕES CAUSADAS POR INFILTRAÇÕES DE NÍVEL 2



FIGURA 08 : NÍVEL DE DETERIORIZAÇÕES CAUSADAS POR INFILTRAÇÕES DE NÍVEL 3



FIGURA 09 : NÍVEL DE DETERIORIZAÇÃO CAUSADO POR INFILTRAÇÕES EM PRÉDIOS COM IDADES SUPERIORES A 20 ANOS E PRÉDIOS COM IDADES DE ATÉ 20 ANOS



5. CONCLUSÕES

Do trabalho realizado concluímos:

1) Concluímos segundo se pode observar na FIG 09, que não há uma regra que possa ser estabelecida entre o ano da construção e o nível de deterioração da edificação, verifica-se que, mesmo sendo perceptível a diferença entre os fenômenos de acordo com o ano de construção, as manifestações patológicas estudadas tornam-se prováveis problemas em qualquer edificação onde não há o devido cuidado de modo a evitar essa situação. O parâmetro observado durante a pesquisa aponta que em edificações mais antigas a falta de manutenção é fator altamente responsável pelos fatos, já em edificações mais novas, o aspecto mais importante pode ser relacionado às falhas construtivas advindas das novas tecnologias construtivas aliadas a uma mão-de-obra despreparada;

2) Verifica-se que aproximadamente 42% dos prédios com deterioração causada por infiltrações, se encontram no nível 1 e só 20% no nível 3 segundo mostra a FIG 05, isto indica que na grande maioria dos casos o problema pode ser solucionado de forma menos complicada;

3) Conforme mostra a FIG 06, concluímos que 24% dos prédios com deterioração causada por infiltrações de nível 1 têm idades superiores a 20 anos enquanto que 48% (o dobro) têm idades inferiores a 15 anos. Isto demonstra que nas construções mais recentes é notável as falhas construtivas devidas às novas tecnologias;

4) Conforme mostra a FIG 08, concluímos que 33,33% dos prédios com deterioração causada por infiltrações de nível 3 têm idades superiores a 20 anos enquanto que 16,67% (a metade) têm idades inferiores a 15 anos. Isto demonstra que o problema de infiltração, está sendo percebido e reparado de forma mais eficiente nas construções mais recentes que nas construções mais antigas.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Há tempos as técnicas de projetar trabalhos de manutenção se mantiveram as mesmas, tendo importância por parte dos interessados na construção civil, apenas o projeto estrutural e o das instalações elétricas e hidráulico-sanitárias.

Essa postura já está sendo modificada atualmente, surgindo a cultura de realizar manutenções e investir em novas técnicas para a mesma. Mas ainda, a falta de conhecimento por parte dos administradores dos condomínios leva à falta de um plano de manutenção preventiva, pois quando se começa a pensar em manutenção predial, na maior parte das vezes, já existem danos nas edificações, e o processo inicia então pela correção de patologias já instaladas.

É muito importante que cada edifício tenha um plano de manutenção onde sejam identificadas as necessidades do prédio, bem como os desejos dos proprietários, e que sejam listadas prioridades, de forma que haja ordenação de serviços os quais devem ser realizados.

As principais vantagens da realização de uma manutenção preventiva são:

- Valoriza o imóvel
- Melhora a qualidade de vida dos seus ocupantes
- Aumenta a segurança dos condôminos e usuários
- Dá segurança a quem desempenhe a função de síndico

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Lourenço Filho, Hamilton(Sposto, Rosa Maria). "Análise e proposições de prazos de garantia e planos de manutenção para elementos convencionais de edificações residenciais no Distrito Federal", RIUnB, 2009.
2. Antunes, Giselle Reis(Bauer, Elton). "Estudo de manifestações patológicas em revestimento de fachada em Brasília - sistematização da incidência de casos", RIUnB, 2010.
3. Kruger, E.L.. "Thermal performance evaluation of a low-cost housing prototype made with plywood panels in Southern Brazil", Applied Energy, 201002.
4. Moreira, André Luis Andrade(Climaco, João Carlos Teatini de Souza and Nepomuceno, Antônio Alberto). "A estrutura do Palácio da Justiça em Brasília aspectos históricos, científicos e tecnológicos de projeto, execução, intervenções e proposta de estratégias Para manutenção", RIUnB, 2007.
5. Milititsky, Jarbas; Consoli, C. Nilo; Schnaid, Fernando; Patologia das Fundações. São Paulo. Oficina de Textos, 2008.
6. IBAPE SP; Inspeção Predial; São Paulo; Livraria Universitária de Direito; 2005.
7. Recena, F.A. P.; Técnicas Aplicáveis a Trabalhos de Restauração de Prédios de Interesse Histórico Cultural; IPSDP; Porto Alegre; 2014.
8. Recena, F.A. P.; Conhecendo Argamassa; EdiPucrs; Porto Alegre; 2011
9. Falcão Bauer, L. A.; Materiais de Construção Vol. 2; Livros Técnicos e Científicos Editora, Rio de Janeiro; 1994.
10. Verçosa, Enio José; Patologia das Edificações; Editora Sagra; Porto Alegre; 1991.
11. Ribeiro, D. V., Sales, A., Caldas de Sousa, C.A., Almeida, F. C. R., Cunha, M., P., Lourenço, M. Z., Helene, P.; CORROSÃO EM ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO; TEORIA, CONTROLE E MÉTODOS DE ANÁLISE; (2013), Rio de Janeiro, Elsevier.
12. Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP Departamento de Engenharia de Construção Civil ISSN 0103-9830 BT/PCC/515 o conceito de desempenho de edificações e a sua importância para o setor da construção civil no Brasil. Carlos Alberto de Moraes Borges Fernandó Henrique Sabbatini São Paulo - 2008

Inspeções Técnicas em Playgrounds

A Lei 8.069, de 13.07.1990, mais conhecida como Estatuto da Criança e do Adolescente, define, dentre outras exigências, que as crianças devem ter assegurados os direitos ao lazer, com as devidas medidas de proteção da sua vida e saúde.

Uma área de lazer muito comum em condomínios, restaurantes e escolas é o playground ou “parquinho”, que atrai, naturalmente, crianças de diversas idades, sendo, muitas vezes, a única opção para os pequenos que vivem em apartamentos nesses tempos de insegurança generalizada.

Aos administradores de estabelecimentos com playgrounds não basta disponibilizar e manter o espaço e brinquedos em condições de uso, pois há vários requisitos técnicos a serem observados, a fim de não expor as crianças a situações de risco e perigo, evitando, assim, transformar saudáveis, alegres e inocentes brincadeiras em preocupações aos pais e responsáveis pelo estabelecimento.



A ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) publicou a **NBR 16071 – Playgrounds**, Norma Técnica com sete partes, que especifica os requisitos para o projeto das áreas de lazer, bem como para a fabricação (inclusive no que tange aos materiais), instalação, inspeção, manutenção e utilização dos brinquedos e as devidas exigências de segurança e ensaios técnicos para os mesmos. Dada a importância do tema, a Comissão de Constituição e Justiça e de Cidadania (CCJ) da Câmara dos Deputados aprovou em 08.09.2015, em caráter conclusivo, a proposta que torna lei a aplicação obrigatória das sete partes da referida Norma.



AUTORES:
Antonio Carlos Cambri Junior
 Engenheiro Civil
 Eng. de Seg. do Trabalho
 Pós-graduado em Ger. de Obras
 Pós-graduado em Eng. de Avaliações e Perícias
 Prof. de Tec. de Const. de Edifícios
 CREA PR 30429/D



Leonardo Antonio Pupo Silveira
 Engenheiro Civil / Administrador de Empresas
 Mestrando em Tecnologia de Materiais (Instituto Lactec)
 Pós-graduação em Auditoria, Avaliações e Perícias em Engenharia
 CREA PR 124.372/D

Também consta na **NBR 16071** a recomendação para que o estabelecimento realize inspeções em períodos que variam de um a três meses, contrate anualmente um laudo técnico elaborado por profissional especializado, com a inspeção funcional de todos os requisitos normativos de segurança; e mantenha um livro para os registros de ocorrências relacionadas ao playground, executando os devidos reparos necessários e as manutenções requeridas. Além de garantir a segurança das crianças que utilizam os playgrounds, a realização periódica da manutenção corretiva também proporcionará maior vida útil ao ambiente, gerando expressiva economia.



Vale ressaltar a importância da realização diária de análise visual da área e dos equipamentos, com o intuito de identificar anomalias, falhas, deteriorações ou danos com potencial para causar acidentes com lesões; interditando imediatamente o equipamento avariado e providenciando o reparo ou substituição. É de extrema importância que os brinquedos tragam sinalização visível das faixas etárias, número máximo de usuários e demais regras para a utilização, evitando, assim, que incidentes se tornem acidentes com maiores consequências. Ainda referente à sinalização de segurança, deve haver avisos recomendando a utilização de medidas de proteção, indicando os horários de maior incidência de raios solares, bem como a necessidade da supervisão de um adulto nas atividades das crianças menores no playground.

Entre os principais itens não tolerados a serem verificados estão obstáculos inesperados, acúmulo de água pluvial, afrouxamento de pinos, porcas, parafusos e demais elementos fixos; arestas vivas, objetos pontiagudos, rebarbas, saliências, reentrâncias, lascas, farpas, trincas, rachaduras, falhas em acabamentos e revestimentos, indícios de apodrecimento, degradação, oxidação ou ferrugem; partes e peças ausentes ou danificadas, orifícios e aberturas com possibilidade de aprisionamento de dedos, mãos, braços, pés, pernas, pescoço, cabeça, tronco, roupas e cabelo. A integridade e estabilidade das estruturas e alicerces, os espaços mínimos necessários para a segura utilização dos brinquedos, as condições do piso, das proteções fixas contra quedas (barras de apoio, barreiras, grades e guarda-corpos) e dos elementos de auxílio ao perfeito equilíbrio (corrimãos) também deverão ser alvos de inspeção criteriosa.



A NBR 16071 dedicou uma parte específica para os pisos, exigindo que sejam construídos com materiais antiderrapantes, drenantes e que tenham propriedades de atenuação de impactos, em caso de tombos e quedas de altura. Cada tipo de material utilizado no piso corresponde a uma altura máxima de queda. Para um gramado, a altura de queda não deve exceder 1,0 metro. Caso sejam utilizados materiais particulados soltos – normalmente areia ou cascalho próprios para áreas de lazer –, há que se observar a espessura mínima de camada e os limites de diâmetro dos grãos, a fim de não comprometer a segurança dos usuários. Materiais pré-fabricados, como os emborrachados, devem ser atóxicos, não abrasivos, dotados de superfície contínua, estável e antiderrapante, drenantes nas juntas, resistentes a fungos e outros microrganismos, intempéries, raios ultravioletas e degradação precoce.

Inspeção e manutenção dos playgrounds não são brincadeira de criança, portanto, devem ser realizadas por profissionais capacitados!

AUTORES:



Fernando Shimata Ghiraldi
Engenheiro Civil
Especialista em Engenharia
Diagnóstica em Edificações, Perito
Judicial
CREA/PR 122595/D



Aislan Gomide Foina
Bacharel em Engenharia Elétrica e
Eletrônica, Phd por Berkeley, CA,
em UAV Rules and Regulation in
Traffic Management Systems
CREA/SP 506246725

Drones, os Softwares Bim e a Inspeção Predial

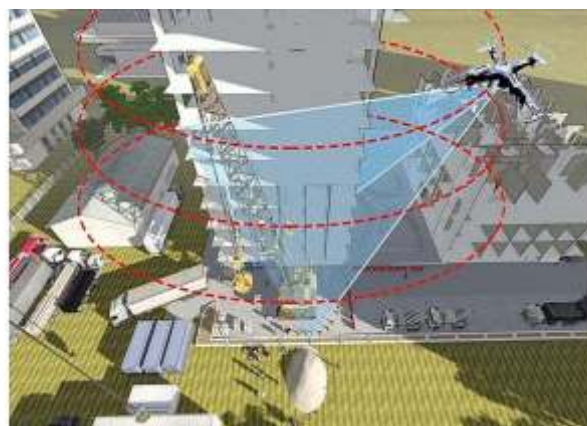
A construção civil, desde os primórdios, é um dos setores mais importantes da economia, pois o desenvolvimento deste setor está correlacionado ao crescimento e capacidade produtiva de um país. Entretanto, nota-se que há um desafio quanto a implementação de tecnologias de dispositivos móveis em relação ao mercado para melhorias na indústria da construção. Uma dessas tecnologias é a implantação dos VANT's (Veículo Aéreo Não Tripulado), popularmente conhecido como Drones. O uso desta tecnologia apresenta vantagens significativas, como a geração de documentação fotográfica e de pré-projetos, mapeamento com precisão e apuração de inspeções. Juntamente com outras tecnologias do mercado, como o BIM (Building Information Modeling), os VANT's que tem se tornado uma solução para a diminuição de custos de produção e aumento da qualidade do produto final.

INTRODUÇÃO

Cada etapa de um projeto de construção civil é importante para o sucesso do resultado final. As imagens capturadas por um VANT, após processadas, podem fornecer dados precisos de todos os estágios da obra, desde o estudo inicial do terreno, com o levantamento topográfico, cálculo corte e aterro, até para o acompanhamento detalhado da obra em andamento.

Os Veículos Aéreos não Tripulados (VANTS), popularmente conhecidos como drones e em inglês denominado como Unmanned Aerial Vehicles/Systems (UAV/UAS), são definidos como toda aeronave projetada para operar sem piloto a bordo, e que não seja de caráter recreativo (ANAC, 2015). A versatilidade e o baixo custo são o que mais atraem na tecnologia dos Veículos Aéreos Não Tripulados, pois os levantamentos permitem uma resolução temporal flexível, considerando que se pode realizar voos em épocas diferentes na mesma área e também contam com a vantagem de serem mais baratos que veículos aéreos tripulados. Além disso, as imagens produzidas têm melhor resolução espacial se comparado aos satélites, livre de interferências de obstáculos atmosféricos como nebulosidade de gases. Sendo assim, obtêm-se imagens com alto grau de sobreposição, o que possibilita uma visão tridimensional a partir de duas ou mais imagens planas tomadas em posições diferentes (SIEBERT e TEIZER, 2014).

Há uma diversa gama de sensores que se conectam facilmente a drones compatíveis e podem ser trocados para suportar um conjunto diversificado de necessidades corporativas. Os dados coletados pelos sensores geram ortomosaicos, modelos 3D, nuvens de pontos e modelos de superfícies digitais. Quando usado junto com sistemas GPS, as imagens georeferenciadas podem ser visualizadas em 2D e 3D nos softwares BIM.



O BIM (Building Information Modeling) ou Modelagem de informação da Construção (BIM) é um modelo digital 3D preciso de uma construção. Estes modelos digitais gerados por computador apresentam geometria e dados precisos necessários ao apoio das atividades de construção, fabricação e aquisição no canteiro de obras (EASTMAN et al. 2008). Trabalhando com a compatibilização de projetos e com as imagens dos VANT's é possível identificar problemas e elencar soluções, ainda na fase de projetos, o que consequentemente gera maior produtividade e evita custos posteriores desnecessários.

Outro ponto importante para a aderência da prática de inspeção através dos VANT's é a realização de voos em operações de maior risco sem comprometer a vida humana, que permitem a manutenção da integridade dos profissionais da Construção Civil e reduz os acidentes de trabalho. A inteligência artificial dos VANT's e seus sensores também permite obter imagens aéreas detalhadas e medições para acelerar inspeções e garantir a qualidade da perícia. Quando gerado o mapa de calor é possível analisar fissurações, temperatura de fachadas, e a própria estrutura do edifício e suas manifestações patológicas.

DESENVOLVIMENTO

A capacidade dos Drones de alcançarem locais de difícil acesso com velocidade de execução em alto nível de precisão na coleta de imagens digitais juntamente com o auxílio dos modelos do BIM, formam um novo mercado.



A metodologia BIM, quando aplicada no gerenciamento de projetos, permite a compatibilização entre os projetos e a integração dos profissionais envolvidos. Os dados são compartilhados fazendo com que os processos de alterações no projeto se tornem automatizados e em tempo real. Portanto, erros comuns na fase de projeto são minimizados, tornando a modelagem de informação da construção em um elemento que auxilia a viabilização, construção, operação e manutenção em todo o ciclo de vida de um projeto (BIRX, 2006).

Os VANT's se tornam um importante apoio durante a execução da obra com a geração do modelo 3D fiel da construção. Ao comparar os dados do projeto BIM com as imagens aérea georreferenciadas obtidas, é possível monitorar se o desenvolvimento das atividades no canteiro de obra está de acordo com o cronograma. Também é possível checar medidas como comprimentos, áreas e volumes (GERGOLA, 2011).

Um drone pode voar e capturar imagens de diversos ângulos, alturas e perspectivas, com alta resolução de detalhes e texturas, e cobrindo todas as partes das edificações ou áreas afins, em uma fração do tempo que seria necessário para realizar a pesquisa de campo. Estas imagens podem ser processadas em nuvens de pontos altamente precisas e compatíveis com os softwares BIM. Um levantamento que demoraria duas a três semanas pelos métodos tradicionais, por exemplo, com os drones, passa a ser 4 dias ou menos. A maior economia de tempo vem da etapa de coleta de dados. Na maioria dos locais de levantamento, leva menos de uma hora para voar e capturar as imagens do mapeamento. Posteriormente, carregam-se as fotos do voo no software que serão processadas em uma nuvem de pontos, formando um mapa com precisão de centímetros. Desta forma, os VANT's facilitam o processo de modelagem 3D, tornando o processamento dos softwares BIM mais rápido, fácil e econômico, já que elimina a necessidade de plantas baixas e de sensores de escaneamento de alto custo como o LIDAR (EASTMAN et al. 2008).

Após o projeto ser concluído, o uso do drone permite a inspeção da obra em busca de problemas como trincas, desprendimento de reboco, entre outros. Com as câmeras térmicas é possível analisar o isolamento térmico, a eficiência energética ou regiões de incidência de insolação.

Inspeções de estruturas são feitas, convencionalmente, por meio de investigação visual, o que oferece certas limitações espaciais de acesso aos técnicos responsáveis, especialmente em estruturas mais complexas como barragens, torres, igrejas ou até prédios de muitos pavimentos. Nestes casos são necessários equipamentos de elevação para realização da vistoria, o que aumenta a periculosidade do serviço.

Desta forma, os VANT's são promissores na área de inspeções, já que suprimem a necessidade de equipamentos de elevação e operadores especializados, garantindo a segurança dos técnicos envolvidos na realização da atividade de maneira mais econômica e (ESCHMANN et al., 2012).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANAC., **Regras da ANAC para uso de drones entram em vigor.** Disponível em: <http://www.anac.gov.br/noticias/2017/regras-da-anac-para-uso-de-drones-entram-emvigor/release_drone.pdf>. Acesso em: 05 de fevereiro de 2019.
- BIRX, G. W. **Getting started with Building Information Modeling.** The American Institute of Architects - Best Practices, 2006. Disponível em http://www.aia.org/bestpractices_index. Acessado em: 06 de fevereiro de 2019
- EASTMAN, C.; TEICHOLZ, P.; SACKS, R.; LISTON, K. **BIM Handbook: a Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors.** New Jersey: John Wiley & Sons, 2008.
- C. ESCHMANN, C.-M. KUO, C.-H. KUO e C. BOLLER, **Unmanned Aircraft Systems for Remote Building Inspection and Monitoring.** Disponível em: <<http://www.ndt.net/article/ewshm2012/papers/th2b1.pdf>>. Acesso em: 06 de fevereiro de 2019
- GEROLLA, G. **O Brasil - universidades, projetistas, arquitetos, engenheiros - está preparado para o BIM?** AU - Arquitetura e Urbanismo, São Paulo, v. 208, p. 16-17, jul. 2011.
- SIEBERT, S; TEIZER, J. **Mobile 3D mapping for surveying earthwork projects using na Unmanned Aerial Vehicle (UAV) system.** Automation in Construction. v.41, p. 1-14. 2014.

Regulamentação do uso de RPAS no espaço aéreo urbano

AUTOR:



Fernando Shimata Ghiraldi
Engenheiro Civil
Especialista em Engenharia
Diagnóstica em Edificações, Perito
Judicial
CREA/PR 122595/D

INTRODUÇÃO

O avanço tecnológico cria, com o passar do tempo, eventos ambientais que podem interferir negativamente sobre os direitos dos cidadãos. Na maioria das vezes, estes eventos iniciam-se de pequeno porte e passam despercebidos, até que chegam ao ponto de interferir no bem-estar das pessoas. Neste sentido, medidas preventivas, discutidas cientificamente e caucionadas juridicamente, são necessárias.

Segundo Arantes et. Al um novo evento ambiental tem surgido no Brasil e tem origem em um desenvolvimento tecnológico fomentado mundialmente: o uso dos Drones. Embora sua presença no espaço aéreo seja considerada na maioria dos casos inocente e útil, seus efeitos sobre os direitos do cidadão na área urbana ainda estão em discussão nos principais órgãos públicos que regulamentam seu uso.

O caderno “perguntas e respostas² da ANAC, apresenta o termo “drone” como uma expressão coloquial para descrever desde pequenos multirrotores até Veículos Aéreos Não Tripulados (VANT), autônomos ou não. Para a ANAC, portanto, os termos oficiais utilizados são os chamados aeromodelos, equipamentos de uso recreativo, os VANT, que são aqueles empregados em finalidades não recreativas, e as Aeronaves Remotamente Pilotadas (RPAs), que denota um subgrupo de VANTs destinados a operações remotamente pilotadas, um VANT que não seja autônomo.

O foco principal na regulamentação dos drones recai naqueles que são classificados como remotamente pilotados. Atualmente, há cerca de 57 mil drones cadastrados na Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC), enquanto no DECEA (Departamento de Controle do Espaço Aéreo), somente 13.403 aeronaves estão cadastradas. Com o crescimento do uso destas aeronaves, os pilotos de RPAs/drones precisam obedecer às regras de uso do Espaço Aéreo e ter consciência dos riscos e possíveis danos que podem causar à toda sociedade.³

REGULAMENTAÇÃO

A primeira legislação sobre aeronaves não tripuladas no Brasil foi a Portaria DAC nº 207/STÉ, de 07 de abril de 1999, que estabelecia as regras para as operações de Aeromodelismo no Brasil. Muito se evoluiu desde então no âmbito da normatização desta modalidade aeronáutica, sendo que as estruturas de controle do espaço aéreo ficaram bem mais complexas, criativas e eficientes.

O Brasil tem buscado se harmonizar com as recomendações da Organização da Aviação Civil Internacional (OACI), agência especializada da ONU que trata da navegação aérea internacional, e isso tem refletido no panorama interno brasileiro. A Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC) editou em maio de 2017 um regulamento especial com regras gerais para o uso civil de aeronaves não tripuladas no Brasil com o objetivo de que as operações com drones possam preservar um nível de segurança das pessoas e bens de terceiros, assim como desenvolver sustentavelmente esse segmento da aviação no país.

O Regulamento Brasileiro de Aviação Civil Especial nº 94/2017⁴ é complementar às normas de outros órgãos reguladores e fiscalizadores do espaço aéreo. Dentre eles, destacam-se as normas do Departamento de Controle do Espaço Aéreo (DECEA), do Ministério da Defesa e da Agência Nacional de Telecomunicações (ANATEL). Juntamente com a publicação do RBAC-E-94, a ANAC divulgou o Manual de Orientações Para Usuários de Drones.

Atualmente só é permitido operar VANT quem possuir uma autorização expressa da ANAC ou um Certificado de Autorização de Voo Experimental (CAVE) emitido segundo a IS nº 21-002^a, que esteja com o seu equipamento registrado na ANATEL. A Agência Nacional de Telecomunicações (ANATEL) é responsável pelas certificações dos equipamentos de enlace rádio e pela alocação de espectro. Há equipamentos que já vem homologados com a logomarca da ANATEL e o código do mesmo, não sendo necessário registro posterior à compra no órgão.



Digno de nota que a própria ANAC entende que a regulamentação ora vigente, em razão da constante evolução de equipamentos e técnicas, tem natureza provisória. O RBAC-E 94, fez constar em seu preâmbulo que:

"Este Regulamento Brasileiro da Aviação Civil Especial – RBAC-E aborda os requisitos gerais de competência da ANAC para aeronaves não tripuladas. Por natureza, um RBAC-E possui a finalidade de regular matéria exclusivamente técnica que possa afetar a segurança da aviação civil, com vigência limitada no tempo e restrita a um número razoável de requisitos e pessoas, até que os requisitos contidos nos mesmos sejam incorporados em RBAC apropriado ou definitivamente revogados.

Este Regulamento Especial estabelece as condições para a operação de aeronaves não tripuladas no Brasil considerando o atual estágio do desenvolvimento desta tecnologia. Objetiva-se promover um desenvolvimento sustentável e seguro para o setor e, assim, algumas restrições operacionais – notadamente sobre as áreas não distantes de terceiros – foram julgadas como necessárias neste momento. (...).

E ao menos nessa área as autoridades brasileiras estão andando em compasso com a evolução tecnológica, pois o mesmo preâmbulo contém ainda o seguinte trecho, que deixa abertas as portas para as experiências e conhecimentos a serem adquiridos, vejamos:

"(...) É esperado que a experiência obtida na prática nos próximos anos resulte em um maior conhecimento e superação dos desafios para uma ampla integração desta classe de aeronaves no sistema de aviação civil. Adicionalmente, devem ser observadas as regulamentações de outros entes da administração pública direta e indireta, tais como a Agência Nacional de Telecomunicações – ANATEL, o Departamento de Controle do Espaço Aéreo – DECEA e o Ministério da Defesa, assim como as legislações referentes às responsabilizações nas esferas civil, administrativa e penal que podem incidir sobre o uso de aeronave não tripulada, com destaque àquelas disposições referentes à inviolabilidade da intimidade, da vida privada, da honra e da imagem das pessoas".

O uso de RPA com fins lucrativos, uso não recreativo, bastante difundidos em operações urbanas, são analisados especificamente pela ANAC. A autorização deste tipo de voo, assim como para qualquer operação com aeronave civil remotamente pilotada fora de áreas específicas para aeromodelismo, depende de deliberação competente do órgão, que vai avaliar as condições do local, do drone e do piloto.

Todo VANT deve ser registrado na ANAC, ente governamental que regula apenas a operação de equipamentos civis, os militares estão fora de seu escopo, sendo que a operação normal de equipamentos totalmente autônomos não é permitida pela legislação brasileira e internacional. O cadastro no Sistema de Aeronaves não Tripuladas (SISANT) é obrigatório as aeronaves não tripuladas de uso recreativo (aeromodelo) ou não recreativo (RPA), com peso máximo de decolagem superior a 250g e limitado a 25kg e que não voará além da linha de visada visual (BVLOS) ou acima de 400 pés (120 metros) acima do nível do solo.

Os RPAs são classificados pela ANAC segundo seu peso, e de acordo com a classificação são exigidos tipos de documentações diferentes. Para a Classe 3 (RPA com peso máximo de decolagem maior que 250g até 25kg) é necessário, além de seguir as normas da ANATEL e do DECEA, possuir seguro com cobertura de danos a terceiros (Seguro Reta), fazer uma avaliação de risco operacional, cadastrar o equipamento no Sistema de Aeronaves não Tripuladas (SISANT) da ANAC, fixar a identificação (número obtido no processo de cadastramento) do equipamento em local visível na aeronave e com material não inflamável e portar o comprovante do cadastro junto à ANAC, do seguro e da avaliação de risco e o manual de voo do equipamento durante a operação com o RPA.

A classe 2 de RPAs (RPA com peso máximo de decolagem maior que 25kg e até 150kg), exige que, além de seguir as normas da classe 3, o piloto deve obter registro junto à ANAC e portar um Certificado de Aeronavegabilidade Especial RPA (CAER⁸), possuir e portar licença e habilitação emitidos pela ANAC, bem como Certificado Médico Aeronáutico (CMA) de 1ª, 2ª ou 5ª classe concedidos pela ANAC ou de 3ª classe expedido pelo Comando da Aeronáutica. Já para a classe 1 (RPA com peso de decolagem maior que 150kg), além dos requisitos citados acima, o piloto deve obter registro junto à ANAC e portar um Certificado de Aeronavegabilidade padrão ou restrito, e executar uma Inspeção Anual de Manutenção (IAM) no sistema de RPA a cada 12 meses.

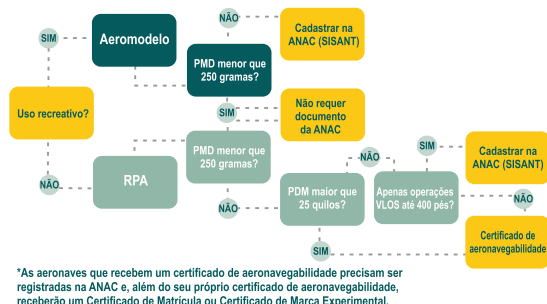


Imagem 1. Fluxograma do processo de Certificação de aeronaves não tripuladas.⁹

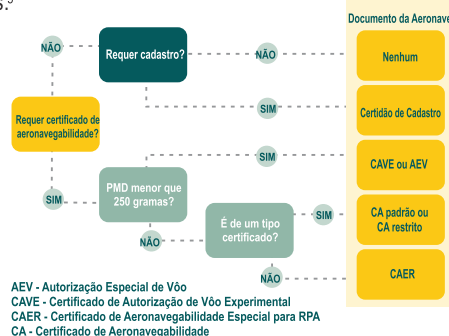


Imagem 2. Fluxograma do processo de documentação de aeronaves não tripuladas.¹⁰

Dentro da RBAC-E-94, encontram-se os tipos de voo, que podem ser divididos em três classificações: Operação BVLOS, Beyond Visual Line Of Sight, na qual o piloto não consegue manter o drone dentro de seu alcance visual, mesmo com a ajuda de um observador. Operação VLOS, Visual Line Of Sight, na qual o piloto mantém o contato visual direto com o drone e Operação EVLOS, Extended Visual Line Of Sight, na qual o piloto remoto só é capaz de manter contato visual direto com o drone com auxílio de lentes ou de outros equipamentos, como óculos de realidade ampliada, por exemplo, e precisa do auxílio de observadores de drone.

O DECEA – Departamento de Controle do Espaço Aéreo é o órgão do Comando da Aeronáutica – é responsável não só pelo controle do espaço aéreo, mas também em analisar e autorizar ou negar operações de voos com drones.

Qualquer voo de Aeronaves Remotamente Pilotadas (RPA) precisa de autorização prévia do Departamento de Controle do Espaço Aéreo (DECEA), órgão do Comando da Aeronáutica, exatamente como no caso das aeronaves tripuladas e está também sujeito a restrições e regras específicas para esse segmento. A Estratégia Nacional de Defesa, documento aprovado pelo Presidente da República em 2008, aponta para o emprego de VANT para aperfeiçoar as capacidades de alerta, vigilância e monitoramento das Forças Armadas. A Força aérea, portanto, tem o dever de vigilância e combate estratégico sobre a interação entre os veículos aéreos não tripulados e os tripulados.

O pedido de acesso ao espaço aéreo a RPA deve ser feito com, no mínimo, 48 horas de antecedência ao DECEA, por meio do sistema SARPAS, que irá encaminhar a solicitação ao órgão regional responsável pela área de jurisdição a ser sobrevoada. O SARPAS foi desenvolvido com o objetivo de facilitar a solicitação de acesso ao Espaço Aéreo para o uso de Sistemas de Aeronaves Remotamente Pilotadas e pode ser acessado pelo site do DECEA.

O requerimento no sistema deve ser conciso, destacando as características da operação e do projeto, demonstrando que o nível de segurança da proposta é compatível com os riscos associados a outras aeronaves em voo e a pessoas e bens no solo. O voo só poderá ocorrer após recebimento da autorização do pedido por e-mail.

As regras para o voo são estabelecidas na Instrução do Comando da Aeronáutica (ICA 100-40), cujos aspectos básicos estão relacionados ao peso máximo de decolagem, altura máxima, visibilidade direta ou assistida da aeronave, canal de contato com o órgão de controle do tráfego aéreo, afastamento de aerovias e aeródromos, operações diurnas. Há proibição ao sobrevoos de áreas povoadas ou de aglomeração de pessoas. A normativa também estipula que o plano de voo de uma RPA deve se manter afastado da trajetória de outra aeronave, seja ela tripulada ou não.

A ICA 100-40, expressa para uso não recreativo, abre exceções para alguns tipos de voos, como por exemplo no caso de voos em aeródromos, que só poderão ser autorizados se forem paralisadas as operações de aeronaves tripuladas, assim como voos em espaços confinados (interior, estádios e arenas), que são de inteira responsabilidade do proprietário do local ou do locatário do imóvel, mas que ainda devem seguir as regulamentações da ANAC. Voos sobre áreas povoadas também poderão ser autorizados, desde que observadas algumas condições: o equipamento deve ser homologado na ANATEL, cadastrado na ANAC, e se se for apresentado um documento de análise de riscos à segurança operacional.

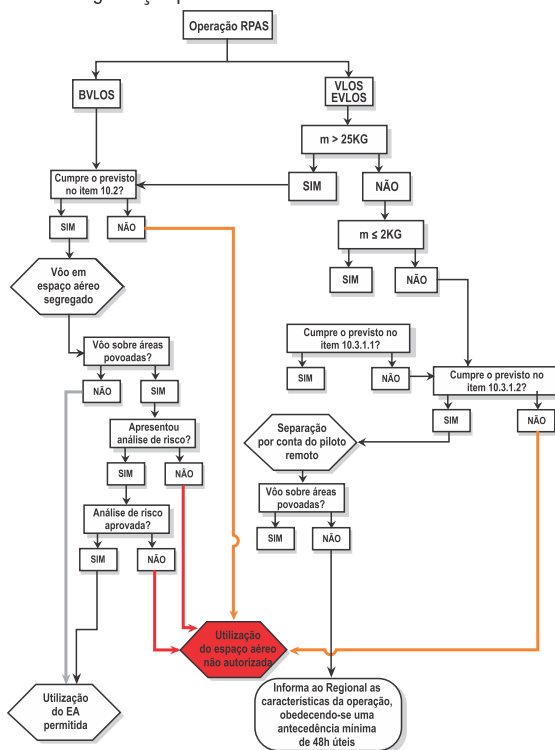


Imagem 3. Fluxograma da solicitação de Autorização para operações com RPAs de acordo com o peso.¹¹

Segundo Spadotto¹², a autorização de voo e a licença de operação civil podem não ser suficientes e nem ser garantia da segurança na não violação da privacidade civil. Os dois pontos, segurança e privacidade, devem ser pensados juntamente. Os parâmetros existem para coibir o uso indevido dos drones e, garantir a segurança.

A ICA 100-40 expressa a privacidade como um direito a ser protegido, mas essa não é uma medida originária, uma vez que a própria Constituição reconhece em seu art. 5º, inciso X, que “são invioláveis a intimidade, a vida privada, a honra e a imagem das pessoas, assegurado o direito a indenização pelo dano material ou moral decorrente de sua violação”. Além disso, o direito à vida privada é reconhecido também no art. 21 do Código Civil, que diz: “A vida privada da pessoa natural é inviolável, e o juiz, a requerimento do interessado, adotará as providências necessárias para impedir ou fazer cessar ato contrário a esta norma”.

A referida norma, abordando os direitos envolvidos nas operações com RPAs, determina que devem ser respeitados direitos patrimoniais e extrapatrimoniais de terceiros. Em inspeções prediais, por exemplo, pelo princípio da sombra¹³, com pessoas passando na calçada, a área de passeio deve ser isolada para respeitar o limite de distância de no mínimo 30 metros horizontais de pessoas não anuentes ou não envolvidas com a operação. Além disso, para a garantia da segurança da operação e a privacidade dos moradores, é necessária a autorização do síndico ou do dono do empreendimento, e emitir um aviso aos moradores para se evitar quaisquer constrangimentos em relação às imagens captadas.

Além das normativas, o piloto remoto deve ter conhecimento das limitações operacionais da aeronave para saber como agir em situações anormais. No que se refere às condições meteorológicas, por exemplo, velocidade do vento acima 20 kt, neve, chuva e nevoeiro, são condições adversas para a operação de alguns modelos, como Phantom 4 e o Mavic¹⁴.

FISCALIZAÇÃO

A falta de cumprimento e observância ao uso de veículos aéreos não tripulados, em qualquer modalidade em que se encaixe, traz riscos à segurança de toda a sociedade, já que podem expor a vida ou a saúde dos civis a perigo direto e iminente. Somente as regulamentações não são suficientes para impedir os problemas que os Drones podem ocasionar. As leis brasileiras sobre a utilização do espaço aéreo são bastante embasadas, porém a fiscalização é incipiente, sendo raros os casos em que efetivamente impedem voos irregulares.

O órgão responsável por fiscalizar o funcionamento da aviação civil no país e assegurar níveis aceitáveis de segurança e de qualidade na prestação dos serviços é a ANAC. Na vigilância continuada, o acompanhamento sobre o desempenho de produtos, empresas, operações, processos e serviços e dos profissionais certificados se dá de forma planejada e constante. Nas ações fiscais, o foco da Agência é identificar e prevenir infrações aos regulamentos do setor e, em parceria com outros órgãos, a prática de atos ilegais.

No âmbito do DECEA, o Código Brasileiro de Aeronáutica - CBA (Lei nº 7.565, de 19 de dezembro de 1986) direciona para a aplicação das sanções administrativas através de várias penalidades previstas em seu artigo 289, inclusive multa, para a infração cometida quando o piloto de aeronaves não respeitar quaisquer orientações citadas nos regulamentos.

A maior parte dessa fiscalização, seria feita pelos órgãos públicos, não a ANAC, apesar de que ela poderia aplicar o regulamento em uma fiscalização. Os órgãos de fiscalização que poderiam usar o regulamento são os órgãos de polícia, como a militar e a civil, mas as ações não são ostensivas, pois ainda são poucos os planos e não há pessoas alocadas especificamente para a fiscalização.

Deveria haver mais rigor na fiscalização do setor. Entre as sugestões, estão o cadastramento do drone no momento da compra, dispositivos para que os equipamentos sejam identificados por radares e até mesmo uma identificação visual, também que os órgãos reguladores deveriam encontrar formas eficientes de integrar as Forças de Segurança nesta nova atividade da aviação civil.

Apesar disso, há casos registrados de aplicação da legislação. Em 22 de julho de 2018 uma RPA foi flagrada pela Polícia Militar do Estado da Bahia sobrevoando o estádio Arena Fonte Nova durante um jogo de futebol pela série A do Campeonato Brasileiro.

Segundo informações da mídia, enquanto Bahia e Vitória jogavam, a aeronave (modelo Phantom, da DJI) sobrevoava o público em uma altura superior à do helicóptero da PMBA, colocando os policiais e o público do estádio em risco.

A Polícia acompanhou o drone até o local em que fez o pouso e ali identificou o responsável, que não tinha autorização para o voo, não apresentou os documentos de porte obrigatório e nem o seguro Reta também obrigatório.

O caso, relatado pelo próprio DECEA¹⁵ em agosto do ano passado demonstra que apesar de insuficiente, há efetiva fiscalização ocorrendo, de forma que não é possível que profissionais e empreendedores sigam desprezando as normas aplicáveis. Por fim, ressalte-se que o infrator foi preso em flagrante por infração aos artigos 132¹⁶ e 262¹⁷ do Código Penal, e ao artigo 33¹⁸ da Lei das Contravenções Penais.

Segundo Foina et al¹⁹, um sistema de controle para o espaço aéreo semelhante ao terrestre também é necessário para permitir a vigilância e regulamento. Hoje em dia o departamento de polícia mantém a aplicação da lei com agentes que supervisionam as estradas e rodovias para detectar motoristas que desobedecem às leis de trânsito. Dispositivos como radares permitem aos policiais a verificação da velocidade e as placas permitem a identificação do proprietário do veículo e acesso a história do mesmo.

Como a identificação de RPA's dependem de informações visuais, Foina et al²⁰, em suas pesquisas de pós-doutorado desenvolveu um dispositivo com uma câmera especial com algoritmos de processamento de imagem para capturar a sequência de cores da matrícula do RPA. Posteriormente ao processamento, os dados da matrícula são comparados com o registro de posição de roteamento e dados de tempo para esse RPA. Portanto, se o oficial de inspeção quiser verificar se o RPA está seguindo o caminho correto, ele apenas aponta para ele o dispositivo de identificação. O dispositivo automaticamente inspeciona a identificação e cruza com os registros. Depois de receber a resposta do processamento de dados, o dispositivo mostra na tela se esse RPA está de acordo com o seu percurso. Se estiver de acordo com o percurso a tela mostrará um quadrado verde com a mensagem "válido". Caso contrário, aparecerá um quadrado vermelho como mensagem de "erro".

CONCLUSÃO

Conforme restou demonstrado, há normas já fixadas pelos órgãos e entes competentes para a segura utilização dos drones em território nacional, tendo sido levadas a segurança de pessoas e bens, assim como a privacidade de terceiros. Desta forma que ao menos nesse segmento estamos em parí passu com o que há de mais moderno, porém, tanto em razão da novidade que essa tecnologia ainda representa como pelo desconhecimento fora das áreas específicas da administração que atuam nesse setor, a fiscalização é insuficiente, ainda que haja esforço na tentativa de conscientizar usuários e pessoas com interesse em ingressar no segmento.

A bem da verdade, a tecnologia de drones/RPAs se tornou acessível há poucos anos e as legislações estão ainda se desenvolvendo e aprimorando, não só aqui, mas em todo o mundo, de forma que será possível adequar conforme se mostre mais adequado à medida que o espaço aéreo seja mais ocupado e os equipamentos sejam desenvolvidos também para serem adequados a essas leis.

Digno de nota que a cada vez os fabricantes se adaptam a essas leis, tanto que atualizações mais recentes de modelos da fabricante chinesa DJI não permitem o sobrevoo em áreas que são classificadas como aeródromos e essa classificação, como já fora exposto, é feita pela ANAC, ou seja, a fábrica chinesa tanto sabe dessas normas que está adequando o software de controle de seus equipamentos quando operados em nosso território.



1 ARANTES, et al. *Uso de Drones na atualização de área construída de imóveis urbanos*. Revista Scientia Plena, Vol. 14, Num 10. 2018.

2 ANAC – Agência Nacional de Aviação Civil. *Caderno de perguntas e respostas*. Disponível em http://www2.anac.gov.br/Arquivos/pdf/Perguntas_e_respostas_VANT_02092015.pdf. Acesso em 20/03/2019

3 WIDENER, Michael N. *Local Regulating of Drone Activity in Lower Aerospace*. Arizona Summit Law School, Phoenix, AZ, February 2016. Disponível em:

<http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2732845>. Acesso em: 13/03/2019

4 RBACE 094/2017 – aprovador pela Resolução nº 419, de 2 de maio de 2017, SAR/SPO.

5 ANAC – Agência Nacional de Aviação Civil. *Regras sobre Drones: Regras da ANAC para uso de drones entram em vigor*. Disponível em: <http://www.anac.gov.br/noticias/2017/regras-da-anac-para-uso-de-drones-entram-em-vigor/release_drones_v2.pdf> Acesso em: 14/03/2019.

6 Seguro Reta: *Responsabilidades do Explorador ou Transportador Aéreo, que garante os danos pessoais e/ou materiais aos passageiros, tripulantes e suas bagagens, a terceiros no solo e a outras aeronaves, no caso de abaloamento ou colisão*.

7 ANAC- Agência nacional de Aviação Civil. *Instrução Suplementar – IS nº E94-003ª*. Disponível em: <https://www.anac.gov.br/assuntos/legislacao/legislacao-1/iac-e-is/is/e94-003a/@@display-file/arquivo_norma/ISE94-003A%20-%20Retificada.pdf> Acesso em 20/03/2019.

8 CAER: *O Certificado de Aeronavegabilidade é o documento que comprova que uma aeronave está com sua condição de aeronavegabilidade validamente verificada, devendo estar sempre a bordo da aeronave em uso*.

9 ANAC – Agência Nacional de Aviação Civil. *Certificado de Drones*. Disponível em: <<http://www.anac.gov.br/assuntos/paginas-tematicas/drones/registros-e-certificados-de-drones>> Acesso em: 20/03/2019.

10 ANAC – Agência Nacional de Aviação Civil. *Certificado de Drones*. Disponível em: <<http://www.anac.gov.br/assuntos/paginas-tematicas/drones/registros-e-certificados-de-drones>> Acesso em: 20/03/2019

11 DEPARTAMENTO DE CONTROLE DO ESPAÇO AÉREO. *Fluxograma da Solicitação de Autorização para Operação de RPAS*. Disponível em: <http://www.decea.gov.br/static/storage/2015/12/Fluxograma-da-Solicitacao-de-Autorizacao-para-Operacao-de-RPAS.pdf>, acessado em 13 mar. 2019

12 SPADOTTO, A. J. *Análise jurídica e ambiental do uso de Drones em áreas urbanas no Brasil*. Revista de Direito da Cidade, vol. 08, nº 2. ISSN 2317-7721 pp.611-630.

13 PRINCÍPIO DA SOMBRA: *Conceito que pode ser definido como um volume compreendido em uma distância máxima de 30 m de obstáculos naturais ou artificiais até o limite vertical da estrutura. Tal volume não é considerado "espaço aéreo", por não ser possível a sua utilização por aeronaves tripuladas*.

14 MEIRELES, D. *RPA/drone em aeroporto é assunto sério para o DECEA, que demonstra preocupação com o impacto na navegação aérea*. Disponível em: https://www.decea.gov.br/?i=midia-e-informacao&p=pg_noticia&materia=rpadrone-em-aeroporto-e-assunto-serio-para-o-decea-que-demonstra-preocupacao-com-o-impacto-na-navegacao-aerea. Acesso em 14/03/2019

15 https://www.decea.gov.br/?i=midia-e-informacao&p=pg_noticia&materia=voo-nao-autorizado-de-rpa-na-arena-fonte-nova-em-salvador-termina-em-prisao

16 Art. 132 - *Expôr a vida ou a saúde de outrem a perigo direto e iminente*

17 Art. 262 - *Expôr a perigo outro meio de transporte público, impedir-lhe ou dificultar-lhe o funcionamento*

18 Art. 33. *Dirigir aeronave sem estar devidamente licenciado*

19 FOINA, A. G.; SENGUPTA, R.; LERCHI, P.; LIU Z.; KRAINER C. *Drones in smart cities: Overcoming barriers through air traffic control research*. 2015. Workshop on Research, Education and Development of Unmanned Aerial Systems (RED-UAS), Cancun, 2015, pp. 351-359.

20 FOINA, A. G.; SENGUPTA, R.; LERCHI, P.; LIU Z.; KRAINER C. *Drones in smart cities: Overcoming barriers through air traffic control research*. 2015. Workshop on Research, Education and Development of Unmanned Aerial Systems (RED-UAS), Cancun, 2015, pp. 351-359

Efeito das Linhas de Transmissão no Valor das Propriedades



AUTOR PRINCIPAL:
Jackson Luiz Schlichta
Engenheiro Civil
CREA-PR 23035/D



CO-AUTORES:
Samuel Alves Barbosa
Engenheiro Civil
CREA-PR 75149/D



Alexandre Furlan Cipriano
Engenheiro Civil
CREA-PR 66144/D

Este estudo envolveu a investigação, coleta, indexação, leitura e reunião de diversos dados do estado atual da literatura mundial sobre o assunto, com o objetivo de levantar informações disponíveis importantes na formação da percepção de risco que podem influenciar no preço de venda de propriedades afetadas por linhas de transmissão. No geral, a maioria dos artigos pesquisados indicou um "medo" na população relacionado aos riscos de depreciação do valor de mercado. Ficou claro que a maioria das informações que o público recebe é "negativa". O estudo dessas literaturas visou levantar a existência dessas influências sobre os valores dos imóveis, e se essas se concretizam nas transações imobiliárias, ou seja, se o mercado segue essas "diretrizes", balizadas em percepções, na formação dos valores das propriedades afetadas por linhas de transmissão.

Palavras-chave: Avaliação, Propriedades, Linha de Transmissão

1. Objetivo

Estudos para o desenvolvimento de novas linhas de transmissão elétrica levantam preocupações sobre o potencial das linhas de influenciar adversamente o valor de mercado das propriedades afetadas. Estas preocupações são muitas vezes baseadas em anedotas e incertezas, que podem gerar apreensões públicas e suposições injustificadas sobre os reais impactos desse tipo de empreendimento nos valores das propriedades atingidas. A questão de saber em que medida as linhas de transmissão podem afetar o valor de propriedades tem sido objeto de investigação sistemática a mais de cinquenta anos em diversos países ao redor do mundo. O objetivo deste trabalho é apresentar um resumo de alguns desses estudos a respeito dos efeitos encontrados no valor de mercado das propriedades atingidas e próximas das linhas de transmissão de energia elétrica.

Embora a engenharia mostre uma pintura simpática ou uma fotografia artística de linhas em planícies iluminadas pelo sol, a realidade da questão da influência de linhas de transmissão de energia, bem como suas restrições e principalmente os impactos sobre as propriedades afetadas é uma questão controversa. As linhas de transmissão são popularmente moldadas como uma externalidade negativa ou um mal necessário. Para os proprietários, elas são invariavelmente um NIMBY (Not In My Back Yard ou não no meu quintal - Hopkins, 1999). Apesar desta aparente "unanimidade", classificar as diversas percepções e as implicações das linhas de transmissão dentro da literatura não é uma tarefa simples. Estudos desse tipo deveriam ser realizados pelas empresas concessionárias dos serviços ou por sociedades responsáveis por estudar o mercado imobiliário, como fazem as Real Estates Society nos EUA. Porém o tempo necessário para analisar o mercado torna essas pesquisas com custos elevados e sendo assim, no Brasil, a sua determinação é uma atribuição deixada para os profissionais de engenharia envolvidos, que praticamente em sua totalidade utilizam-se de métodos empíricos ou indiretos. Nesse trabalho o foco principal foi examinar as conclusões e recomendações retiradas de pesquisas estrangeiras realizadas na investigação desse problema de forma a obter um resumo significativo do estado desses estudos na literatura mundial. Deseja-se assim verificar se as conclusões desses estudos ao redor do mundo têm aplicabilidade à realidade do Brasil e servir como orientação a possíveis pesquisas futuras.

A ABNT através da NBR 14653 e suas partes preconiza o cálculo da diminuição do valor de mercado para propriedades atingidas por servidão, através do método "antes e depois" da implantação da servidão. Esse método é de difícil aplicação pelos profissionais, quer seja pelos custos elevados ou ainda pela necessidade de tempo para que essas propriedades sejam colocadas a venda no mercado e assim expostas aos compradores potenciais, que em última instância, são os que irão determinar se a presença da linha de transmissão influencia nos valores de mercado.

2. Estudos da Literatura Internacional

Desde o final dos anos 60 mais de uma centena de estudos foram publicados, em diversos países, abordando os efeitos das linhas de transmissão de energia elétrica sobre os valores imobiliários de propriedades afetadas por servidão de passagem ou nas proximidades destas. Estes estudos se desenvolvem geralmente de cinco maneira:

- Pesquisas de Opinião
- Estudos de Vendas Emparelhado
- Avaliações Históricas (Retrospectivas)
- Estudos Quantitativos De Preços De Venda
- Estudos Diversos

I. Pesquisas de Opinião

Trata-se de um método para estimar o efeito das linhas de transmissão em valores de propriedade que se resume em pesquisar informações reais junto à profissionais de finanças e avaliação que regularmente estimam valores de propriedade, bem como junto à proprietários de propriedade afetadas ou próximas das linhas. Krill e Presley (1992) chamaram esses trabalhos de "Estudos de Atitudes", porque questionários e entrevistas normalmente são usados para investigar atitudes e percepções. Um segundo método de pesquisa é questionar o mercado participante (por exemplo, potenciais compradores de imóveis) sobre os potenciais fatores, como a localização de uma linha de transmissão, e suas decisões e influências nos valores da negociação. Em geral, pesquisas de profissionais de imóveis e participantes do mercado têm a vantagem de ser direta e oportuna, visto que as questões são colocadas diretamente aos indivíduos, em relação a influência e também as diferenças auferidas nos valores da transação, se ocorrerem. Esse tipo de estudo também minimiza os problemas dos pesquisadores quanto à interpretação das respostas e do isolamento dos efeitos devido das linhas de transmissão de outros fatores influenciadores do valor e representados nos preços dos imóveis. Além disso, os métodos de pesquisa podem ser empregados em situações em que os dados de vendas do mercado não estão disponíveis. Mas o mais importante é que nenhum outro método pode abordar diretamente as preferências dos indivíduos diante de pouca ou nenhuma diferença nas características das propriedades. As pesquisas de opinião apresentam inúmeras desvantagens, muitas das quais foram dar respostas verdadeiras. Em Kroll e Priestley (1992), esses dados de pesquisas de opinião são discutidos com o intuito de não se produzirem pesquisas problemáticas.

Estudos baseados em opiniões não representam o comportamento real do mercado, e os entrevistados podem não ser capazes ou não estarem inclinados a participar e tendem a documentar apenas os efeitos negativos, pintando uma imagem excessivamente pessimista. Pesquisas de opinião de valores de propriedade e linhas de transmissão podem até não exagerar nas atitudes negativas, mas certamente subestimam (ou até ignoram) as atitudes positivas. Também tendem a perder as pessoas que já se mudaram devido a sua oposição de viver perto de uma linha de transmissão. Há certamente situações em que indivíduos são indiferentes à presença de uma linha de transmissão em sua propriedade, ou até são atraídos pelo aumento do espaço aberto, mas essas atitudes são difíceis de se captar em uma pesquisa.

Considerando as vantagens e desvantagens das pesquisas, elas têm seu lugar nos estudos. Uma pesquisa é o único método qualitativo disponível para avaliar a percepção de efeitos das linhas de transmissão nos valores das propriedades. Quando construída com cuidado e usada adequadamente, uma pesquisa pode servir como um complemento efetivo aos estudos quantitativos, embora historicamente sempre foram analisadas com técnicas estatísticas descritivas simples que limitam sua interpretação e generalização. Isso não é mais a realidade como será observado nos estudos a seguir, pesquisas recentes (Chalmers & Associates-2012) estão começando a ser empregadas em conjunto com análise sofisticada de dados e testes de significância com base em reais formulação de hipóteses, o que aumentou significativamente sua utilidade e importância em estudos desse tipo. A seguir apresentamos um resumo de trabalhos analisados que foram realizados através dessa metodologia de pesquisa de opinião.

Kinnard (1967) realizou entre os anos de 1954 e 1964 um dos primeiros estudos completos sobre os efeitos de linhas de transmissão elétrica no valor de propriedades residenciais. Kinnard acompanhou 17 áreas suburbanas na Região Metropolitana de Hartford, Connecticut - EUA. Todas estas área eram interceptadas ou próximas a uma linha de transmissão de energia elétrica. Foram enviados questionários a 377 proprietários, além de agentes do mercado imobiliário (instituições de crédito, construtoras, corretores, avaliadores e outros) num total de 678 pesquisados, para coletar as suas atitudes e percepções perante a situação bem como suas opiniões de valor. Dentro dos 43,60% que responderam ao questionamento, a maioria dos proprietários relataram que não se importam de viver perto de uma linha de transmissão, sendo que mais de 85% desses disse que iria comprar imóvel novamente no mesmo local. A pesquisa mostrou que as reações negativas de proprietários que tem a visão de uma linha de transmissão e/ou de uma torre através de paisagem tendem a se reduzir consideravelmente no tempo. Os proprietários de propriedades com preços mais elevados ou com características mais peculiares tiveram uma reação um pouco mais negativa à proximidade da linha do que do que proprietários de áreas de menores valores. Em geral, as atitudes daqueles que influenciam as vendas residenciais foram mais negativas sobre os efeitos de uma linha de transmissão de energia, do que as atitudes dos proprietários.

Morgan (1985) realizou uma pesquisa com 116 alunos da Universidade Carnegie-Mellon de Pittsburg na Pensilvânia – EUA para investigar a percepção de risco de campos eletromagnéticos de 50/60 Hz de linhas de transmissão de alta tensão. O questionário foi realizado em duas etapas com aqueles que responderam o questionamento, em torno de 70%. Primeiramente os participantes foram convidados a avaliar o risco das linhas de transmissão de energia entre 14 outros tipos de riscos comuns, tais como automóveis, pesticidas, cafeína e tabagismo. Os participantes foram convidados a classificar os riscos de menos para mais arriscados e atribuírem a cada um uma pontuação baseada no quanto eles visualizaram os riscos como preocupantes. Finalizada essa etapa da pesquisa foi fornecido aos participantes informações adicionais sobre os campos eletromagnéticos (CEM), os seus possíveis efeitos para a saúde e como os CEM de Linhas de transmissão se comparam em força a outros campos de 60 Hz. Foi porpostas a variedade de questões relativas a respostas referentes aos CEM, e da disposição em pagar o

controle à exposição aos CEMs, seus possíveis efeitos para a saúde e como os campos eletromagnéticos de linhas de transmissão são em magnitude comparáveis a campos de 60 Hz. Foram propostas uma série de questões relativas aos campos eletromagnéticos como por exemplo a vontade de pagar para controlar a exposição. Os participantes no presente estudo não viram as linhas de transmissão como particularmente arriscada. Foram classificados entre os menos arriscados 14 riscos considerados, em geral todo os participantes acreditam que apenas um controle regulamentar modesto é necessário para que os campos eletromagnéticos de linhas de transmissão não sejam motivos de preocupação por parte da população que conviverá com eles. Quando informações específicas sobre os campos eletromagnéticos foram fornecidas na segunda etapa da pesquisa, os participantes tiveram uma alteração estatisticamente significativa na percepção, e se tornaram mais preocupados com os riscos e incômodos da servidão do que os riscos dos campos eletromagnéticos.

Solum (1985) realizou, no noroeste de Wisconsin - EUA, um estudo de opinião sobre os impactos das servidões de linha de transmissão na área rural. Ele apresentou um questionário a 180 proprietários de áreas agrícolas, recreativas e residenciais atingidas por servidões de linhas de transmissão com tensões variando de 69 kV a 161 kV. Quando perguntados sobre como a linha de transmissão tinha afetado as suas propriedades, a maioria dos proprietários de propriedade agrícola respondeu que a linha não teve qualquer efeito. O efeito mais frequentemente citado para as propriedades agrícolas foi o inconveniente de trabalhar em torno de estruturas de transmissão nas áreas que estavam sendo cultivadas. Os proprietários de imóveis de lazer mostraram-se preocupados principalmente com a perda de valor de madeira futura retirada da área de servidão, enquanto proprietários residenciais consideraram a perda da beleza estética como o efeito predominante. Alguns proprietários se mostraram preocupados com o fato de se a linha de transmissão teria um impacto negativo sobre o preço das vendas futuras da propriedade. Para examinar esta nova ótica, Solum conduziu entrevistas pessoais com os vendedores e os compradores de propriedades com servidão administrativa de linhas de transmissão. De acordo com estas entrevistas, todas as propriedades com servidão administrativa de linhas de transmissão de energia foram vendidas a um preço de mercado praticamente igual ao que seriam vendidas caso não possuíssem as linhas de transmissão e nenhum dos compradores reduziu a sua oferta de aquisição da propriedade devido à presença de uma linha de transmissão. Solum concluiu que apesar de algumas preocupações e inconvenientes, o preço de revenda de todos os três tipos de propriedade não foi reduzido devido à presença da servidão das linhas de transmissão.

Delaney e Timmons (1992) enviaram uma pesquisa inicial por correspondência para uma amostra aleatória de 500 membros de um Instituto de Avaliação Residencial, e obtiveram uma resposta de 43,8%, onde proximadamente 84% desses inquiridos, indicaram que o valor de mercado da propriedade residencial perto de uma linha de transmissão é afetado negativamente e a estimativa média do declínio no valor foi de 10% do valor de mercado para propriedades comparáveis não sujeitos à influência dessas linhas. A razão mais citada para essa diminuição no valor de mercado foi a perda de atratividade visual motivada pelas linhas, seguidas de potenciais riscos para a saúde, dos ruídos perturbadores seguidos pelas preocupações com manutenção. Cerca de 10% dos avaliadores pesquisados acreditavam que linhas de transmissão de energia elétrica não têm impacto significativo sobre o valor de venda das propriedades. Enquanto 6% acreditavam que estas linhas aumentam o valor das propriedades devido a áreas maiores e privacidade adicional.

Kung e Seagle (1992) pesquisaram as relações entre as linhas de transmissão de energia e valores de propriedade nos condados de Memphis e Shelby, Tennessee - EUA. Nesse estudo, foram identificados bairros com linhas de alta tensão e os lotes atingidos ou adjacentes a essas linhas. Essas áreas foram analisadas para determinar a influência real ou percebida sobre o valor de mercado e o potencial de

negociabilidade destas propriedades. Foi elaborado um questionário para levantamento de proprietários que vivem nessas áreas. De 80 proprietários em dois bairros adjacentes, 47 responderam ao inquérito. Aproximadamente 50% afirmaram que consideram as linhas de transmissão um problema urbanístico, enquanto 47% não. Cerca de 70%, daqueles que viu as linhas como um problema urbanístico, disseram que as linhas não tiveram qualquer efeito sobre o preço de compra. Houve algumas citações de que os campos eletromagnéticos são os responsáveis por problemas de saúde, mas nas constatações debatidas e analisadas, nenhuma relação causal direta foi encontrada. Nenhum dos proprietários entrevistados viu as linhas como um risco potencial para a saúde. No entanto, 87% alegaram que, se soubessem de potenciais riscos para a saúde, teriam pagado menos.

II. Estudos de Vendas Emparelhadas

Trata-se de uma técnica tradicional utilizada pelos avaliadores para tentar isolar o efeito de um único fator sobre o valor imobiliário, comparando o preço de venda de duas propriedades idênticas, uma afetada pelo fator em questão e outra não. A desvantagem desse tipo de estudos baseados em avaliação é que eles geralmente usam pequenas amostras e podem ser muito subjetivos. Eles empregam comparações diretas de grupos de vendas chamadas "Vendas Emparelhadas". Uma área de impacto é definida e as vendas de propriedades dentro dela são comparadas com vendas de "propriedades competitivas similares" em uma área não atingida por uma linha da transmissão. Qualquer diferencial nos preços é anotado e seus padrões identificados. De acordo com Kinnard (1995), as deficiências deste tipo de abordagem são:

- Identificar o que constitui um par de propriedades praticamente idênticas envolve subjetividade de julgamento;
- O número geralmente pequeno de pares apropriados identificáveis em estudos faz com que os resultados sejam questionáveis em termos de representação do mercado. Poucos desses tipos de estudos são relatados em revistas. Eles geralmente estão preparados para corporações e raramente disponibilizados. No presente trabalho não apresentaremos nenhum estudo desse tipo. No entanto este tipo de estudo foi utilizado no trabalho de Chalmers & Associates (2012) que utilizou para uma análise qualitativa em seu trabalho. Esse estudo é apresentado na categoria de Estudos Diversos por se utilizar de mais de uma técnica de pesquisa.

III. Avaliações Históricas (Retrospectivas)

Reconhecendo a dificuldade de encontrar propriedades idênticas comparáveis que diferem apenas em relação à presença de linhas de transmissão, uma alternativa é avaliar uma propriedade que tenha a servidão de passagem e tenha sido vendida, e obtendo-se o valor da imóvel no mercado imobiliário de imóveis quando não tinha a linha da transmissão, a diferença entre esse valor e o valor da venda atual, a diferença pode ser atribuída à presença da servidão de passagem. Enquadra-se mais como uma técnica de avaliação e é bastante utilizada na engenharia em avaliações individuais e por isso bastante conhecida. Sendo assim não apresentaremos estudos de avaliações históricas.

IV. Estudos Quantitativos de Preços de Venda

Esta abordagem requer um grande número de transações imobiliárias (compras e vendas). No entanto, quando os dados necessários estão disponíveis, permite que o efeito individual dos vários fatores potencialmente determinantes do valor sejam estimados. Também permite que os efeitos de qualquer variável sejam estimados, de modo que se presta idealmente à questão do impacto das linhas de transmissão de energia sobre os valores imobiliários. As maiorias desses estudos se valem de análises multivariadas, principalmente da inferência estatística, onde os preços são determinados através das características físicas dos imóveis que são mantidas estatisticamente constantes para isolar os efeitos da presença de linhas de transmissão. As maiorias desses estudos realizados se concentra em residências unifamiliares, embora dois estudos abordem áreas rurais e terras agrícolas. A seguir apresentamos os estudos quantitativos de preços de venda analisados no presente trabalho:

Brown (1976) Analisou as vendas de terras agrícolas no Sudeste Saskatchewan, Canadá, que ocorreu entre 1965 e 1970, suas análises foram baseadas no trabalho "O efeito dos oleodutos sobre a operação, cultivo e sobre valores de terras agrícolas no condado de Webster, Iowa", dos serviços de avaliação do Missouri - sendo um dos dois estudos que não se concentram em propriedades residenciais. Esse trabalho utiliza a análise de regressão linear. O estudo incluiu vendas de parcelas chamadas de "quarta seção" (136-199 acre) e "meia seção" (200-350 acre) onde as parcelas com melhorias significativas foram excluídas da análise. A Relação entre o valor da terra e o número de estruturas da linha de transmissão não foi estatisticamente significativa. Para examinar ainda mais os efeitos das linhas de transmissão e suas servidões, foram analisadas parcelas muito semelhantes, sendo a principal diferença que umas possuíam servidão de passagem de linhas de transmissão de energia e outras não, os dados foram pareados e analisados. Brown utilizou um modelo onde a variável dependente utilizada é o preço de venda por acre cultivado explicado pelas variáveis independentes: Superfícies não-cultiváveis em percentagem do total de hectares, índice de produtividade do solo ponderado, distância em milhas do ponto de valorização e o número de linhas de Transmissão por parcela vendida. Foram desenvolvidos dois modelos, sendo um para cada parcela. Nessa modelagem para quarta seção as propriedades com linhas apresentam preços mais elevados do que suas propriedades sem linhas de transmissão. Não é razoável concluir que esse preço mais alto se deveu às linhas de transmissão e nem a presença de servidões, mas parece que as linhas não afetaram negativamente o valor da terra. A partir destes resultados, bem como uma revisão limitada de estudos anteriores, Brown (1976) conclui que as linhas de transmissão não têm um efeito sobre o valor de mercado como um todo. Conclui, contudo, que a servidão necessária para construir a linha reduz os direitos do proprietário, estruturas de linhas de transmissão elétrica têm normalmente um impacto adverso na eficiência de operações agrícolas. Por conseguinte, é necessária uma abordagem analítica que tenha em conta a extensão dos direitos de propriedade retirados e como forma de determinar uma compensação para os proprietários afetados. Ao determinar uma compensação justa, vários componentes da perda devem ser identificados, tais como direitos de propriedade perdidos, aumento dos custos operacionais, redução dos retornos brutos, custos devidos ao risco, máquinas e equipamentos, valor da área sem produção, e outros fatores.

Colwell e Foley (1979) levantam a hipótese de que há aumento de custos em propriedades atingidas e próximas as linhas de transmissão de energia elétrica. Apesar da pesquisa anterior que constatou que o valor da propriedade residencial não foi afetado pelas linhas, incluiu-se outros fatores importantes, particularmente o tamanho do lote, não constantes naqueles estudos. A amostra é constituída por 200 propriedades acompanhadas durante um período de estudo de dez anos, de janeiro de 1968 a outubro de 1978. Foram escolhidas propriedades situadas até aproximadamente 130 metros do eixo da linha de transmissão elétrica de circuito duplo de 137 kV com estruturas de aço. O modelo consistiu no desenvolvimento de uma equação de análise de regressão múltipla que relaciona o preço de venda como variável dependente e dez variáveis independentes ou explicativas, incluindo o tamanho do lote. O tamanho do lote se mostrou uma variável importante porque os lotes residenciais junto a uma linha de transmissão tendem a ser maiores do que em outros lotes. Os resultados deste estudo mostram que o preço de venda aumenta à medida que a distância da linha de transmissão aumenta. O preço de venda aumenta a uma taxa decrescente e rapidamente se aproxima de uma assíntota. Os impactos mais substanciais, de aproximadamente 6%, são observados entre 15 e 66 metros do eixo da linha de transmissão da linha, mas as linhas parecem ter pouco ou nenhum efeito em distâncias superiores a 66 metros. Em continuidade a esses estudos, Colwell (1990) mede os impactos de linhas de transmissão e de suas torres sobre o preço de venda de terrenos residenciais com um índice de preços hedônico no qual o preço de venda é uma função Cobb-Douglas das características das propriedades. Alguns estudos anteriores ignoram o prêmio potencial para o tamanho de lote maior e que esses compensam os impactos negativos

das linhas de transmissão de energia. Este estudo evitou esse problema usando prioritariamente uma amostra de propriedades próximas a uma linha de transmissão. Os dados utilizados neste estudo são idênticos aos dados utilizados em Colwell e Foley (1979), com a inclusão da variável distância à torre e a presença de uma servidão na área. Os modelos mostram que o preço de venda da propriedade residencial aumenta à medida que a distância da linha de transmissão aumenta. Os preços de venda aumentam a uma taxa decrescente e rapidamente se aproximam de uma assintota. Os impactos negativos tendem a diminuir ou a desaparecer ao longo do tempo.

Rigdon (1991) analisou o impacto de uma linha de transmissão de 138 kV em áreas recreativas no município de Marquette, Michigan – EUA, usando técnicas de regressão múltipla, com uma amostra de quarenta e seis propriedades vendidas com áreas que variam de 10 a 160 acres que foram selecionadas em dois grandes " Bairros " durante o período de estudo de 31 de janeiro de 1986 a 30 de janeiro de 1991. Foi desenvolvido um modelo onde a variável preço de venda é diretamente proporcional ao tamanho das parcelas, da topografia (qualitativa) e dos meses em oferta e inversamente proporcional à distância para uma estrada mantida no condado e também à distância para uma servidão de linha de transmissão de 138 Kv existente no município. Os resultados, no entanto, não mostraram uma relação estatisticamente significativa entre o preço de venda e a proximidade com a servidão de linha de transmissão de energia.

Hamilton e Schwann (1995) estudaram o impacto de linhas de alta tensão (69 kV ou superior) nos valores de mercado de propriedade afetadas ou próximas. Este estudo diferencia-se da literatura existente até então por possuir um banco de dados muito mais rico do que qualquer estudo prévio além de maior variedade nas amostras quanto a quantidade de bairro abrangidos, pela quantidade de propriedades e tipos de linhas de transmissão analisados e também pelo maior rigor estatístico. Os dados utilizados para este estudo incluem transações de residências, atingidas ou na proximidade um corredor de 140m com duas linhas de 500kV, uma linha de 230kV e uma linha de 60kV, em quatro bairros da região metropolitana de Vancouver (Canadá) entre 1985-1991, período considerado relativamente estável para mercado de imóveis. Foram utilizados 12907 elementos amostrais sendo que dessas 2364 tinham servidão ou estavam a 200m do eixo da Linha e outras 426 nas adjacências. Esses estudos mostraram que as linhas aéreas de transmissão podem, em alguns casos, reduzir os valores das propriedades próximas, mas esses efeitos são geralmente menores do que 5% do valor de mercado da propriedade. Observou também que os impactos diminuem rapidamente com a distância, geralmente desaparecem após 200 metros. Nem a altura das linhas nem a tensão são consideradas como tendo um impacto negativo no valor de mercado das propriedades. Verifica-se nesse estudo um impacto positivo no valor de mercado das propriedades de uso recreativo, geralmente associado a um direito de passagem que é acessível, pois uma área ajardinada que fornece privacidade é adicionada à propriedade, que se torna atraente para esse uso. Os autores concluem que as propriedades residenciais adjacentes a uma linha perdem 6,3% de valor devido à proximidade do impacto. Propriedades mais distantes de uma linha perdem em média apenas 1% do seu valor de mercado. Em todos os estudos outros fatores de vizinhança dominam a explicação das variações nos valores das propriedades.

Priestley e Evans (1996) realizaram uma pesquisa baseada em uma grande amostra de proprietários de propriedades perto de uma linha de transmissão a cerca de 28 quilômetros ao norte de São Francisco – EUA, pesquisa essa para a qual foram utilizadas escalas psicometricamente desenvolvidas para o estudo. A linha tinha sido recentemente recapitada e consistiu de três circuitos de alta tensão com estruturas que variam de 40 e 50 metros de altura. Foram enviados 445 questionários para residentes de dois bairros dos subúrbios localizados até 300 metros desta linha de transmissão. Foi alcançada uma taxa de resposta de 60% dos inquiridos. Os resultados da pesquisa indicaram que muitos dos moradores próximos acham que a linha é um elemento negativo na sua vizinhança com impactos moderadamente negativos Sobre saúde e segurança, valores de propriedade e estética, 87% dos inquiridos responderam que as linhas têm um efeito adverso sobre a atratividade do seu bairro. As percepções negativas foram maiores para as pessoas mais velhas e com status de trabalho mais elevados, e menores para as que usam a servidão de passagem para fins recreativos. Aqueles que viveram na vizinhança antes da recapitação da linha tiveram o posicionamento fortemente mais negativo sobre a linha. Não foram relatados pela pesquisa percepções como fatores relativos à distância da linha e visibilidade.

Des Rosiers (2002) realizou uma pesquisa que se embasa em uma amostra de 507 residências unifamiliares na cidade de Brossard - Montreal, Canadá. Desse total, 257 desses foram transacionadas no período de estudo que ocorreu de fevereiro de 1991 e novembro de 1996. A área de estudo inclui três vizinhanças que possuem uma linha de transmissão de 315 kV, sendo que a amostragem inclui dados físicos, ambientais, de vizinhança, de acesso, fiscais e de vendas, bem como uma série de dados relacionados à linha de transmissão. Para essa análise o autor fez uma abordagem micro espacial. Os resultados mostraram que uma propriedade residencial adjacente a uma servidão e voltada para uma torre pode ter uma queda devido ao efeito visual em média de 9,6% do preço médio de mercado. Propriedades localizadas de 1 a 2 lotes de uma torre usualmente se beneficiam de um prêmio de mercado devido ao aumento do campo visual e privacidade. Este prêmio é, em média, entre 7,4% e 9,2% do valor médio. Uma propriedade atingida pela linha, mas sem torres sofrerá uma diminuição no valor, em média, 4,7% devido a não ter obstrução visual das torres. As propriedades não atingidas, mas com uma visão limitada ou moderada, traseira ou lateral da estrutura, apresentaram um acréscimo de valor de mercado entre 2,8% e 3,8%, devido à melhor limpeza visual. A carga visual líquida (diferença entre desvantagens de proximidade e vantagens) atinge um máximo entre 50 e 100 metros a partir do limite externo de servidão, com valores que caem entre 5% e 12% do preço médio, e desaparecem inteiramente além de 150 m. Os preços dos imóveis de luxo são mais sensíveis a encadeamentos de estruturas de linhas de transmissão.

Wolverton e Bottemiller (2003) realizaram um estudo confirmatório de um artigo de Cowger, Bottemiller e Cahill (1996) utilizando métodos analíticos mais rigorosos com o intuito de investigar os resultados do estudo original que objetivou determinar diferença no preço de venda entre as propriedades com servidão de passagem de uma linha de transmissão em Portland, Vancouver - Seattle, e propriedades localizadas nas mesmas cidades, mas longe de uma linha de transmissão. Este estudo utilizou a análise de regressão com a análise de covariância (ANCOVA) para testar a influência da linha de transmissão sobre o preço de venda. Os estudos utilizaram um novo conjunto de dados que constituiu em 712 observações (incluindo as 592 propriedades do estudo original) de vendas residenciais que ocorreram de 1989 a 1992, incluindo 300 vendas de propriedades adjacentes a uma linha de transmissão. Os autores estimaram quatro modelos diferentes. Todos os modelos confirmaram a conclusão dos estudos anteriores de que não havia evidências significativas de efeitos no valor de propriedades adjacentes às linhas de transmissão. Os dados também não mostram diferença nos preços de residências com servidão de passagem e propriedades sem servidão situadas distantes das linhas de transmissão.

TABLE 6
The Effects of High Voltage Electric Transmission Lines on
Property Value

	Adjacent Properties			Mid-Range Properties		
	%	\$	t-stat	%	\$	t-stat
Tower Visibility	5,7	6,669	1,91	-0,7	907	-1,48
Distance from Tower (100m)	5,8	6,740	5,32			
Distance from Tower (200m)				2,8	3,438	8,88
Joint Effect (100m)	6,3	7,339	2,75			
Joint Effect (200m)				1,1	1,338	2,07

Chalmers e Voorvaart (2009) através da análise de regressão múltipla, os autores elaboraram um estudo das propriedades residenciais vendidas de 1999 a 2007 em Connecticut e em Massachusetts que se localizavam em proximidade de linhas de transmissão de 345 kV. Buscavam os efeitos nos valores de venda da proximidade (distância às linhas) e da existência da servidão de passagem, e descobriram que a proximidade tem um efeito insignificante nos preços de venda, concluindo que a única variável que parece ter qualquer tipo de efeito sistemático é a variável de existência da servidão (ônus) embora sua significância estatística variou muito e o efeito foi na maioria das vezes muito pequeno. Os autores também avaliaram os efeitos devido à visibilidade das estruturas das linhas de transmissão e constataram a inexistência de impactos significativos nos preços de venda das propriedades devido a visibilidade.

Thomas Jackson (2005) realizou estudos no Wisconsin - EUA, à semelhança dos anteriormente citados, os impactos da linha de transmissão foram analisados através da análise de regressão múltipla onde o preço de venda foi modelado em função das características do imóvel, das condições da venda e se a propriedade tinha ou não uma servidão de linha de transmissão de energia. Os dados de vendas foram de terras rurais que envolviam propriedades com servidão de linha de transmissão de energia. As linhas de transmissão variaram de 115KV a 345KV. As propriedades possuíam em média cerca de 50 hectares em tamanho, com cerca de 55% arborizado e 45% de propriedade aberta. Os trechos tinham aproximadamente 3,8 hectares de áreas úmidas. Todas as vendas foram confirmadas como transações de mercado. Foram estimados dois modelos. No primeiro modelo as diferenças de localização foram medidas por variáveis categóricas, indicando o município em que as vendas foram localizadas, o tipo de terreno, medido pelo número de hectares arborizados, abertos e pelo número de hectares de zonas úmidas. Nessa modelagem os hectares arborizados mostraram ter efeito positivo maior sobre o preço de venda seguido pelas áreas abertas. Outra variável incluída neste modelo foi um indicador para saber se a venda envolveu ou não uma compra por uma agência governamental. Essas aquisições normalmente têm um preço de venda significativamente maior do que as compras não governamentais. Os resultados gerais da análise foi que ocorreram pequenos descontos (1,11% a 2,44%) no valor de transação que poderiam ser atribuíveis à presença das linhas e ao ônus das servidões nas propriedades. Nenhuma dessas pequenas diferenças se apresentou estatisticamente significativa. Além disso nesse estudo se mostrou como estatisticamente insignificante a influência devido ao tamanho da área de servidão no valor da transação. Nesse mesmo estudo houve simulação dos coeficientes de servidão os quais se mostraram variar entre 16,0% e 35,3%, levando-se em consideração que a modelagem não mostrou danos para o remanescente das propriedades. As posições de linha média e diagonal em toda a propriedade foram consideradas responsáveis por reduções de preços globais de 3,84% e 2,11% com base em análises preliminares.

V. Estudos Diversos

Foram utilizados dois ou mais métodos para a realização desses estudos. Os estudos que se valeram de metodologia dos estudos diversos são:

Chalmers & Associates (2012) realizou estudos, sob contrato para a North Western Energy de Montana – EUA, no período de março de 2010 a dezembro de 2011. Nesses estudos a abordagem geral foi identificar e estudar todas as transações que ocorreram no ano 2000 ou mais tarde em propriedades situadas até 150 metros do eixo das linhas de 500 kV que conectam a subestação de Colstrip, no município de Rosebud, com uma linha de transmissão de 500kV do vilarejo de Broadwater no condado de Morrill do Nebraska pertencente à Bonneville Power Administration – BPA. Este estudo é único em vários aspectos. Primeiro porque abrangiu uma ampla mistura de propriedades: fazendas, propriedades agrícolas, recreativas e suburbanas. Além disso, estudou o universo das vendas nos últimos 11 anos ao longo de todo o comprimento da linha de transmissão, isto é, não selecionou áreas de estudo individuais ou apenas uma amostra de vendas, abordou todas as transações ao longo das linhas que ocorreram no ano 2000 ou posterior. Nem todas as transações foram estudadas devido à disponibilidade de dados, mas todos os dados disponíveis foram estudados. Também utilizou todas as metodologias disponíveis, conforme a quantidade de dados e análises disponíveis. Para as grandes áreas rurais foi utilizada uma metodologia combinada de entrevista e comparação de vendas. Para as áreas de Aspen Valey, a abordagem foi baseada na análise de regressão múltipla, enquanto que para as áreas do condado de Sanders foram estudadas usando a

abordagem de análise de vendas emparelhadas. O relatório de conclusão apresenta, entre outras, conclusões, as seguintes questões:

Quanto mais fortemente a área for orientada a propriedade para uso residencial, torna-se mais vulnerável ao impacto da linha de transmissão. As propriedades orientadas mais para o uso recreativo são muito menos vulneráveis à desvalorização e as propriedades com uso agrícola puro geralmente não mostram nenhum efeito no preço pela presença das linhas de transmissão.

Quanto maior a propriedade, menos vulnerável é o impacto da linha de transmissão. Propriedades maiores têm maior probabilidade de que a localização das linhas não interfira com os usos pretendidos da propriedade ou, se interferir, existem alternativas de localização que podem mitigar as consequências da implantação das linhas.

A disponibilidade de substitutos comparáveis de outra forma é um terceiro fator-chave que aumenta a vulnerabilidade de uma propriedade aos efeitos da linha de transmissão. Se houver propriedades alternativas muito semelhantes ao sujeito, exceto para a linha de transmissão, pode haver efeitos significativos de preço e absorção. Por outro lado, se a propriedade é relativamente singular e as linhas de transmissão são apenas um dos vários fatores diferenciadores, a propriedade é menos vulnerável a efeitos de preço e absorção.

No caminho feito pelas propriedades que vão de grandes áreas residenciais rurais e áreas rurais até subdivisões para lotes residenciais, significativas mudanças acontecem na percepção do efeito das linhas de transmissão. Primeiro, as propriedades maiores têm a possibilidade de usos ampliada e tendem a ter sua própria combinação única de atributos, ou seja, há menos substitutos próximos. Sempre que a utilização pretendida da propriedade caminha para além do residencial puro, os atributos de propriedades adicionais tornam-se relevantes pode compensar a influência das linhas de transmissão, como por exemplo: melhor acesso à caça ou à pesca, adjacência ao espaço aberto e terras públicas, considerações específicas para bacias hidrográficas individuais, etc. Com o aumento da área reduz-se a extensão da influência das linhas de transmissão e sua influência tornam-se um dos muitos fatores diferenciadores em oposição ao fator diferenciador dominante no uso residencial puro, definido como fator de percepção de risco. (Peter Elliott, Nordic Journal of Surveying and Real Estate Research, 2008).

3. Resumo dos Estudos

A maior parte das pesquisas realizadas e aqui apresentadas foi realizada nos EUA e no Canadá em residências urbanas e suburbanas. As principais conclusões estão resumidas abaixo por tipo de estudo:

PESQUISA DE OPINIÃO					
Trabalho	Tipo de Propriedade	Impacto	% Valor (médio / mínimo / máximo) Propriedade Faixa		
Kinnard (1967)	Residências Urbanas	○	Não evidenciado		
			A pesquisa mostrou que as reações negativas por proprietários que tem a visão de uma linha de transmissão e/ou de uma torre através de paisagem tendem a se reduzir consideravelmente no tempo. Os proprietários de propriedades com preços mais elevados ou com características mais peculiares tiveram uma reação um pouco mais negativa à proximidade da linha do que do que proprietários de áreas de menores valores.		
Morgan (1985)	Estudo de Impacto	○	Não evidenciado		
			Os participantes no presente estudo não viram as linhas de transmissão como particularmente arriscada. Foram classificados entre os menos arriscado entre 14 riscos considerados		
Solum (1985)	Residenciais / Terras Agrícolas	○	Não evidenciado		
			Quando perguntados sobre como a linha de transmissão tinha afetado as suas propriedades, a maioria dos proprietários respondeu que a linha não teve qualquer efeito. O efeito mais frequentemente citado para as propriedades agrícolas foi o inconveniente de trabalhar em torno de estruturas de transmissão nas áreas que estavam sendo cultivadas. Os proprietários de imóveis de lazer mostraram-se preocupados principalmente com a perda de valor da madeira futura refinada da área de servidão, enquanto proprietários residenciais consideraram a perda da beleza estética como o efeito predominante.		
Delaney e Timmons (1992)	Residenciais / Terras Agrícolas	-	-10,30%	-7,77%	Não evidenciado
		+	Aumento %		
		A razão mais citada para essa diminuição no valor de mercado foi a perda de atratividade visual motivada pelas linhas elétricas, seguidos de potenciais riscos para a saúde, dos ruídos perturbadores e pelas preocupações com manutenção. Aumentam o valor das propriedades devido a áreas maiores e privacidade adicional			
Kung e Seagle (1992)	Residenciais	○	Não evidenciado		
			Aproximadamente 50% dos entrevistados afirmaram que consideram as linhas de transmissão um problema urbano, enquanto 47% não. Cerca de 70% daqueles que viram as linhas como um problema urbano disseram que as linhas não tiveram qualquer efeito sobre o preço de venda.		

○ Sem Impacto - Impacto Negativo + Impacto Positivo

ESTUDOS QUANTITATIVOS DE PREÇO DE VENDA					
Trabalho	Tipo de Propriedade	Impacto	% Valor (médio / mínimo / máximo)		
			Propriedade	Faixa	
Priestley and Evans 1996	Residências (Suburbano)	○	Não evidenciado	Não evidenciado	
	As percepções negativas foram maiores para as pessoas mais velhas e com status de trabalho mais elevados, e menores para as que usam a servidão de passagem para fins recreativos. Aquelas que vivem na vizinhança antes da recapetição da linha tiveram o posicionamento fortemente mais negativo sobre a linha. Não foram relatados pela pesquisa percepções como fatores relativos a distância da linha e visibilidade.				
De Rosier (2002)	Residências Unifamiliares	-	-0,20%	-1,4% 15,70%	Não evidenciado
	Uma propriedade atingida pela linha e com uma torre, em média, apresentou uma queda no valor de 9,6% do preço médio da residência. As propriedades próximas, 1 a 2 milés de uma torre geralmente se beneficiam de um acréscimo no valor de mercado devido ao aumento do campo visual e da privacidade. Uma propriedade atingida pela linha, mas sem torres, sofrerá uma diminuição no valor, em média, 4,7%, devido a não ter obstrução visual das torres. As propriedades não atingidas, mas com uma visão limitada ou moderada, interna ou lateral das estruturas, apresentaram um acréscimo de valor de mercado entre 2,8% e 3,8%, devido à melhor limpeza visual. O ônus visual líquido atinge um máximo entre 50 e 100 m do limite da servidão, com valores que caem entre 5% e 12% do preço médio, e desaparecem inteiramente além de 150 m.				
Wolverton e Bottemiller (2003)	Residências Unifamiliares	○	Não evidenciado	Não evidenciado	
	Nenhuma das medidas dos efeitos de uma linha foi encontrada e que tenha sido estatisticamente significante. No entanto, os resultados do condado de King mostram um impacto médio de -1,4% e os resultados mostram um efeito de -3,2%, e mostram uma diferença no valor de quase zero.				
ESTUDOS QUANTITATIVOS DE PREÇO DE VENDA					
Trabalho	Tipo de Propriedade	Impacto	% Valor (médio / mínimo / máximo)		
Chalmers e Voorvaart (2009)	Residências Unifamiliares	○	Não evidenciado	Não evidenciado	
	A proximidade da linha à propriedade não mostrou efeito estatisticamente significativo no preço. A taxa de atingimento (% Serv/ Área) teve um efeito significativo em alguns modelos.				
Thomas Jackson (2010)	Áreas Rurais	-	0,00%	-1,10% -2,40%	26% 16% 35%
	Os resultados gerais da análise foi que havia pequenos descontos (1,11% a 2,44%) no valor de transação que poderiam ser atribuíveis à presença das linhas e ao ônus das servidões nas propriedades. Nenhuma dessas pequenas diferenças se apresentou-se estatisticamente significativa. Além disso, esses estudos se mostraram como estatisticamente insignificantes a influência devido ao tamanho da área de servidão no valor da transação. Nesse mesmo estudo houve simulação dos coeficientes de servidão os quais se mostraram variar entre 16,0% e 35,3%, levando-se em consideração que a modelagem não mostrou danos para o remanescente das propriedades.				

○ Sem Impacto - Impacto Negativo + Impacto Positivo

ESTUDOS DIVERSOS					
Trabalho	Tipo de Propriedade	Impacto	% Valor (médio / mínimo / máximo)		
			Propriedade	Faixa	
Chalmers & Associates (2012)	Áreas com produção agrícola	○	Não evidenciado	Não evidenciado	
	Agrícolas com Influência Recreativa	○	Não evidenciado	Não evidenciado	
	Nenhuma evidência de efeitos de preços para as quatro transações estudadas. Os efeitos são mais prováveis, quanto menor a propriedade e maior a influência recreacional.				
	Agrícolas / Recreação e Recursos Naturais	○	Não evidenciado	Não evidenciado	
	Nenhuma evidência de efeitos de preços nas transações estudadas. A probabilidade de efeito é baixa porque as propriedades tendem a ser muito grandes e possuem combinações únicas de características naturais e amenidades que as tornam escassas em poucos substitutos.				
	Residencial Rural - Tamanho do lote inferior a 5 hectares	+	Não evidenciado	Não evidenciado	
	Três das quatro subdivisões do Condado de Sanders mostraram efeitos de preço e dois dos quatro tiveram efeitos de absorção. A probabilidade de efeitos nessas propriedades é alta porque o uso é puramente residencial, as propriedades são pequenas e existem substitutos disponíveis, que são muito similares, exceto pela proximidade com as linhas de transmissão.				
	Residencial Rural - Tamanho do lote com 5 acres ou mais	+	Não evidenciado	Não evidenciado	
	Resultados semelhantes às subdivisões de lote menores. Duas das três subdivisões do Condado de Sanders e Aspen Valley Ranches em Jefferson County mostraram efeitos de preços. Brown's Estates no Sanders County também teve efeitos de absorção e lotes em uma das subdivisões do condado de Missoula tiveram efeitos de preço e absorção. Esses resultados tornam-se cada vez mais válidos e efeitos quanto mais perto as oportunidades do local de construção e os substitutos mais comparáveis não afetados por linhas de transmissão estão disponíveis.				
	Grandes áreas rurais / Residenciais	○	Não evidenciado	Não evidenciado	
Nenhuma das quatro vendas pesquisadas aqui mostrou efeitos de preço ou de absorção. Em geral, essas propriedades são menos vulneráveis aos efeitos da linha de transmissão do que as subdivisões residenciais, porque elas são maiores (oferendo assim mais flexibilidade na localização do local de construção), há mais diversificação do uso de residências e essas propriedades tendem a ter suas próprias características individuais e combinação de atributos sem fornecimento imediato de substitutos comparáveis não afetados por linhas de transmissão.					
Áreas recreativas / Trilhas e Acampamentos	○	Não evidenciado	Não evidenciado		
Em 12 das 14 transações estudadas, não houve evidência de impacto na linha de transmissão. Nos dois casos restantes, corretores imobiliários sugeriram efeitos, mas não foram apoiados com dados do mercado. Em geral, os critérios de comprar para essas propriedades são menos sensíveis aos impactos da linha de transmissão do que aqueles para subdivisões residenciais e trilhas residenciais rurais, uma vez que o uso recreativo das propriedades é menos impactado pela presença de linhas do que o uso residencial, que pode ser sazonal ou parcelar.					

○ Sem Impacto - Impacto Negativo + Impacto Positivo

Potencial Impacto nos Preços de Imóveis Residenciais - Urbanos

Dos estudos apresentados a metade (cinco) não encontrou nenhum impacto negativo no valor das propriedades residenciais afetadas ou próximas a linhas de transmissão.

- Onde impactos negativos foram encontrados se mostraram geralmente baixos, em média 9,6% do valor da propriedade e no máximo de 15% desse valor (De Rosier-2002) sendo que as maiores depreciações se referem a propriedades atingidas por torres. Os demais estudos ou não apresentaram valores como no caso de algumas pesquisas de opinião (Kinard-1967; Morgan-1965), ou não encontraram resultados estatisticamente significantes (Wolverton e Bottemiller-2003; Thomas Jackson-2010).

- A influência dos efeitos da linha de transmissão no valor da propriedade desaparece em aproximadamente 150m à 200m do eixo da linha de transmissão (De Rosier-2002).

- Impactos positivos foram percebidos em alguns estudos norte-americanos devido ao aumento do campo visual, de privacidade e amenidade do corredor de servidão (Delaney e Timmons-1992).

- Para imóveis residenciais, os estudos apontam que a redução de valor é mais alta nos seguintes estágios:

- Durante o período de projeto, planejamento e obtenção de permissões para a liberação das linhas;
- Durante a fase de construção;
- Até um ano após o término da construção.

Potencial Impacto nos Preços de Propriedades Rurais

- Houve um baixo número de estudos de terras agrícolas na América do Norte em relação ao número de estudos para propriedades residenciais, urbanas ou suburbanas.

- Os estudos mostraram geralmente pouco ou nenhum efeito sobre os preços de venda de propriedades residenciais atingidas por linhas de transmissão.

- Um estudo mostrou reduções da ordem de -1,11% para -2,44%, mas estas pequenas diferenças não foram estatisticamente significativas (Jackson 2010).

- Um estudo recente (Chalmers, 2012) não encontrou nenhum impacto nas propriedades de produção agrícola ou em propriedades rurais de maior porte ou de uso recreativo na zona rural.

- Resultados muito variáveis foram obtidos por Chalmers (2012) em relação a pequenas parcelas adequadas para o desenvolvimento de uma casa isolada que eram adjacentes a uma servidão de linha de 500 kV. O impacto médio parecia estar na região de 15%.

- Onde foram encontrados impactos negativos, o impacto maior é relativo à presença física das torres na propriedade e não ao impacto das linhas de transmissão, enfatizado para o impacto causado pela componente visual da presença das torres.

- Onde um impacto foi encontrado, como nas propriedades residenciais, o efeito diminuiu rapidamente com a distância das linhas. O impacto também desaparece na região de 150m - 200 metros.

- Onde os impactos negativos foram encontrados há evidência para sugerir que os impactos geralmente diminuem significativamente com o passar do tempo.

- O maior efeito negativo potencial sobre os valores ocorre no momento da construção da linha. Embora o efeito potencial sobre os valores seja minimizado com relativa rapidez, em até um ano após a construção da linha. Em alguns casos, não foram evidenciados impactos após dez anos. O crescimento de árvores e arbustos seria o maior fator responsável.

4. Conclusão

Em todos os estudos apresentados, as diferenças de localização e no tempo de coleta de dados, bem como planejamento da pesquisa, fazem que comparações diretas de resultados sejam muito difíceis. Os estudos podem ter sido feitos com graus de confiabilidade diversos e assim tornam as comparações difíceis, porém não perdem seu caráter de análise de mercado. Mesmo assim é possível obter algumas conclusões independentemente de análises mais sofisticadas, principalmente as relativas às percepções de risco. Nessa análise consideramos que nos EUA, e no Canadá e até na Austrália, as linhas de transmissão estão geralmente situadas em um corredor de terras com servidão de passagem, onde são construídos acessos. As casas adjacentes a esses corredores são suscetíveis de se beneficiarem de um espaço verde e de maior privacidade pela distância das casas vizinhas, portanto qualquer impacto negativo no valor devido à proximidade pode ser diminuído por esses aspectos. No Reino Unido, por exemplo, não existe qualquer requisito para esses corredores. Como consequência, os resultados de estudos realizados nos EUA e no Canadá e apresentados aqui não são “diretamente” comparáveis aos resultados de estudos realizados no Reino Unido ou em países que não se utilizam dos corredores de infraestrutura de linhas de transmissão, que é o caso do Brasil.

As conclusões aqui apresentadas são oriundas de estudos realizados com uma média sobre múltiplas pesquisas e transações e, mesmo em relação às transações que foram estudadas, há uma variação considerável. Por conseguinte, é sempre necessário estar atento às especificidades de uma situação individual. Os resultados destes estudos fornecem um ponto de partida útil em muitos casos, mas as circunstâncias específicas de uma determinada propriedade num determinado mercado num momento terão sempre de ser cuidadosamente analisadas. Algumas conclusões se mostram enfáticas e podem ser generalizadas como efeitos potenciais, positivos ou negativos, das linhas sobre o valor das propriedades. O aparecimento desses efeitos em diversos estudos e/ou sua característica desvinculada da legislação imobiliária do mercado local nos permitiu caracterizá-las como generalizáveis. A seguir essas conclusões são apresentadas e categorizadas segundo os efeitos pesquisados dentro das características comuns nas propriedades e dos critérios usados pelas pesquisas.

Uso - Quanto mais fortemente orientado para o uso residencial, mais vulnerável ao impacto das linhas de transmissão de energia. As propriedades orientadas mais para o uso recreativo não são vulneráveis aos efeitos e as propriedades com uso predominantemente agrícola geralmente mostram baixo ou nenhum efeito no preço de venda devido à presença das linhas de transmissão.

Tamanho - Quanto maior a propriedade, menos vulnerável é o impacto da linha de transmissão. As propriedades maiores têm maior probabilidade de que a localização das linhas não interfira com os usos pretendidos da propriedade ou, se interferir, existem alternativas de localização que possam atenuar as consequências.

Substitutos - A disponibilidade de substitutos comparáveis é um fator chave que aumenta a vulnerabilidade de uma propriedade aos efeitos da linha de transmissão. Se houver propriedades alternativas muito semelhantes ao assunto, exceto para a linha de transmissão, pode haver efeitos significativos no preço e na absorção. Por outro lado, se a propriedade é relativamente única e as linhas de transmissão são apenas um dos vários fatores diferenciadores, a propriedade é menos vulnerável aos efeitos de preço e absorção.

Tempo - Os efeitos de uma linha de transmissão sobre os preços de venda das propriedades diminuem ao longo do tempo. Todos praticamente se encerram em até cinco anos da construção do empreendimento. Nenhum efeito foi evidenciado aos dez anos após a construção.

Alcance - Todas as pesquisas que se propuseram a determinar a abrangência dos efeitos das linhas de transmissão concluíram que seus efeitos se restringem a uma faixa máxima de 150 a 200 metros do eixo da linha.

Risco - As “causas” principais que afetam potencialmente os valores das propriedades, identificada por uma esmagadora maioria de proprietários pesquisados, foram devido as preocupações sobre saúde (80%) e impacto visual (77%). A preocupação com possíveis efeitos sobre a saúde (47%) e o impacto visual (50%) também foram às razões mais citadas para agentes imobiliários que relataram uma menor avaliação em propriedades rurais como resultado da presença de linhas de transmissão.

Adversos - Os estudos que analisaram as linhas de transmissão como um atributo das propriedades com algum uso recreativo, quase universalmente chegaram a um fator negativo. Mas seu efeito em uma transação (preço e tempo de exposição) dependerá do conjunto completo de atributos positivos e negativos que descrevem uma propriedade. Como a transição da propriedade de agrícola pura para residencial pura em algum momento essa assume o potencial para uso recreativo, isso aumenta o número de atributos relevantes para o comprador que pode ter o efeito de diluir o efeito da linha de transmissão. Isso será reforçado se o tamanho médio das propriedades também estiver aumentando. Outro resultado imprevisto foi a falta de importância relativa do percentual de atingimento de uma propriedade agrícola por uma servidão de linha de transmissão. A conclusão é que, por exemplo, no caso da propriedade agrícola, o pagamento da servidão pode ser um benefício antecipado para o proprietário atual que não terá que fazer nenhum desconto no preço de venda para a servidão quando a propriedade for vendida.

Há uma ampla gama de maneiras em que localização, uso, topografia, classe de solo, cobertura vegetal e características naturais em que as linhas de transmissão podem se combinar. Em algumas dessas combinações, as linhas de transmissão podem até ser benignas com impactos positivos, em outras podem ter um efeito adverso na propriedade e no seu valor.

5. Bibliografia

- ABNT, 2001, NBR 14653-2, Avaliação de Imóveis urbanos.
- ABNT, 2001, NBR 14653-3, Avaliação de Imóveis rurais.
- Chalmers, James A., PhD and Frank A. Voorvaart, PhD. (2009). “High-Voltage Transmission Lines: Proximity, Visibility, and Encumbrance Effects.” *Appraisal Journal Summer*.
- Des Rosiers, Francois (2002).. “Power Lines, Visual Encumbrance and House Values: A Microspatial Approach to Impact Measurement.” *The Journal of Real Estate Research* 23.3
- Rigdon, Glenn. (1991). “138 kV Transmission Lines and the Value of Recreational Land.” *International Right of Way Association*.
- Wolverton, Marvin L. and Steven Bottemiller.(2003)“Further Analysis of Transmission Line Impact on Residential Property Values.” *The Appraisal Journal*
- Chalmers, James A (2012) High Voltage Transmission Lines and Rural, Western Real Estate Values. *The Appraisal Journal*, Winter Edition .
- EirGrid Plc, (2016). An Investigation into the Potential Relationship between Property Values and High Voltage Overhead Transmission Lines in Ireland.
- Hamilton, Stanley W ; Schwann; Gregory M. (1995) Do High Voltage Electric Transmission Lines Affect Property Value?. *The Journal of Land & Public Utility Economics*
- Kinnard, W. H. Jr (1967) Tower HVOTLs and residential property values, *The Appraisal Journal*.
- Thomas O. Jackson; Pittts, Jennifer. (2010) “The Effects of Electric Transmission Lines on Property Values”. *Journal of Real Estate Literature*
- Craig, L. Solum, (1985) Transmission Line Easement Effect on Rural Land In Northwest Wisconsin. *International Right Of Way Association*.
- Delaney, C. J. and D. Timmons.(1992) High Voltage Power Lines: Do They Affect Residential Property Value? *Journal of Real Estate Research*,
- Kung, H-T. and C. Seagle.(1992)Impact of Power Transmission Lines on Property Values: A Case Study, *The Appraisal Journal*, July
- D. Brown. (1976)The Effect of Power Line Structures and Easements on Farm Land Value. *Right of Way*
- P. Colwell and K. Foley (1979).. *Electric Transmission Lines and the Selling Price of Residential Property*. *Appraisal Journal*
- Wolverton, M.L. and S.C. Bottemiller (2003) Further Analysis of Transmission Line Impact on Residential Property Values. *The Appraisal Journal*.
- Giorgio, Monique Di (2012). Msti Review Project. “Transmission Lines & Property Value Impacts”. *Headwaters Economics*.
- T. O. Jackson (2005) “Evaluating Environmental Stigma with Multiple Regression Analysis.” *The Appraisal Journal*,
- Priestley, T. and G. Evans (1996) Resident Perceptions Of A Nearby Electric Transmission Line. *Journal Of Environmental Psychology*.

Monitoramento de fissuras e trincas combinado com teste de carga em uma residência unifamiliar construída sem projetos de engenharia



AUTORES:
Leonardo Covatti de Oliveira
 Engenheiro Civil
 Mestrando de Engenharia Civil UTFPR
 CREA PR 162251/D



Arthur Medeiros
 Engenheiro Civil
 Professor, Adjunto I UTFPR
 CREA PR 70910/D



Wellington Mazer
 Engenheiro Civil
 Professor Titular UTFPR
 CREA PR 28155/D

É recorrente no Brasil a construção de imóveis residenciais sem os devidos projetos de engenharia. Com isso, construções que apresentam manifestações patológicas se tornam mais complexas de serem analisadas frente a inexistência de projetos de fundações, superestrutura, hidrossanitários, entre outros. Por um período de dois meses foi realizado o monitoramento de fissuras e trincas na residência junto com a realização de teste de carga em uma laje apoiada nas paredes de alvenaria e pilar/viga/laje de concreto, pois havia o interesse de se construir um telhado sobre a laje. O teste de carga foi realizado com o intuito de representar a solicitação do futuro telhado a fim de analisar a estabilidade do imóvel fissurado. O monitoramento das fissuras e trincas foi feito com lâminas de vidro ancoradas nas estruturas com resina epóxi (parte externa) e com pastilhas de gesso aderidas ao substrato com gesso cola (parte interna). O teste de carga foi realizado utilizando baldes de água para carregar a estrutura que recebeu o telhado. A estrutura teve um comportamento estável, porém antes de realizar o carregamento notou-se o rompimento de alguns selos externos devido a grande amplitude térmica no dia do teste de carga.

Palavras-chave: Monitoramento Estrutural. Teste de Carga. Fissuras e Trincas em Alvenaria.

1. Introdução

Dentre os inúmeros problemas patológicos que afetam os edifícios, sejam eles residenciais, comerciais ou institucionais, particularmente importante é o problema das trincas, devido a três aspectos fundamentais: o aviso de um eventual estado perigoso para estrutura, o comprometimento do desempenho da obra em serviço (estanqueidade à água, durabilidade, isolamento acústica, etc.) e o constrangimento psicológico que a fissuração do edifício exerce sobre seus usuários (Thomaz, 2014).

Helene (2014) frisa a importância de atentar para os sinais de comportamento inadequado das estruturas de uma edificação. Um sinal visível, e muito comum, de que existe algo a ser observado em uma construção que, possivelmente, tenha a sua integridade abalada é o surgimento de fissuras. Nesses casos é fundamental mapear o quadro fissuratório e monitorar a evolução das fissuras para que se possa avaliar quais as causas e os efeitos da perda de integridade.

Corroborando com Thomaz (2014) e Helene (2014), Caporrino (2015) afirma que as trincas são consideradas de grande importância dentre as manifestações patológicas, pois podem significar o aviso de um possível colapso da estrutura, o comprometimento do desempenho da execução, além do abalo psicológico que exercem sobre as pessoas.

Em alguns casos, as fissuras aparecem devido a falhas no dimensionamento dos elementos estruturais, deficiência em materiais utilizados nas construções e até mesmo o excesso de carga sendo aplicado em uma determinada região da edificação. No caso do desconhecimento dos dados referentes ao projeto, execução e histórico de utilização, e tendo o intuito de avaliar a segurança estrutural (estabilidade, idoneidade, nova utilização, etc.), Oliveira (2006) recomenda realizar um ensaio de prova de carga.

Segundo Cánovas (1988) apud Helene (2014), a prova de carga consiste basicamente em colocar, sobre a estrutura ou em parte dela, cargas verticais iguais ou superiores às que devem ser suportadas em condições normais, com o objetivo de observar o comportamento estrutural, avaliando se esse comportamento é satisfatório e condiz com o previsto em projeto.

Ao realizar o teste de carga, é esperado que a estrutura responda de acordo com as solicitações impostas. As reações oriundas das adições de cargas geralmente são: flechas, movimentações horizontais/verticais (recalques), surgimento de novas fissuras e até mesmo o acréscimo dimensional das existentes. A fim de monitorar o surgimento e progressão de um painel de fissuras, Klein e Silva Filho (2009) apud Helene (2014) recomendam utilizar os seguintes procedimentos:

- I. Realizar o mapeamento das fissuras, informando a localização e as características (espessura, extensão, forma, etc.) das mesmas. O mapeamento deve ser esquemático e de fácil entendimento, geralmente apresentado em um corte da planta arquitetônica;
- II. É recomendado que em algumas fissuras se realize a extração de camadas superficiais, a fim de avaliar se a manifestação patológica é apenas superficial ou atinge camadas mais internas da estrutura;
- III. Com o intuito de identificar os movimentos que causaram as fissuras, o inspetor/perito deve se atentar aos deslocamentos que gerem tensões de tração. Por isso, é importante fazer um bom mapeamento das fissuras que possibilite ter uma visão sistêmica da estrutura e observar os pontos críticos e de possíveis surgimentos de manifestações patológicas;
- IV. Após o entendimento das possíveis movimentações da estrutura, deve-se fazer a aplicação de sensores (selos, lâminas, targets, etc.) nas fissuras mais significativas;
- V. Com os sensores instalados, deve-se registrar o início e o fim da lesão. Sempre que for efetuada a aferição da integridade dos marcadores, registrar informações como data, hora, temperatura, espessura, comprimento e qualquer outra variável que julgar importante e que causará alguma interferência no monitoramento estrutural;
- VIII. As leituras dos sensores devem obedecer uma periodicidade, que podem ser diárias, semanais, quinzenais ou mensais. Deve-se fazer o registro de informações pertinentes como: extensão, abertura, temperaturas, etc.;
- IX. Com o intuito de aferir a evolução das fissuras, é feito o registro dos valores aferidos através da observação dos sensores para detectar de existem variações cíclicas (movimentações térmicas) ou monotônicas.
- X. Ao final, é emitido um laudo sobre a atividade das fissuras, utilizando os dados obtidos nas leituras.

Em relação as dimensões das fissuras, a norma de desempenho referente a vedações verticais internas e externas (NBR 15.575-4) determina limitações dos deslocamentos horizontais para paredes com função de vedação. Segundo a norma, quando a altura do elemento parede possuir 2,8 metros de altura, os deslocamentos horizontal instantâneo e horizontal residual devem ser menores ou iguais à 8 mm e 1,6 mm, respectivamente. Levando em consideração a estrutura de concreto armado, as fissuras podem ter uma abertura máxima de 0,2mm (NBR 6118:2007, apud Filho e Helene 2011).

2. Metodologia

2.1 Monitoramento de fissuras

2.1.1 Objeto de monitoramento

O imóvel monitorado está localizado na cidade de Curitiba/PR e sua ocupação consistem em uma residência unifamiliar (Figura 1). O objeto de estudo possui área total de construção de aproximadamente 122m², e 325 m² de área de terreno, sendo unicamente de pavimento térreo.



Figura 1 — Localização do objeto de inspeção
Fonte: Google Earth, 2017.

Segundo o proprietário da residência, a edificação foi construída em 2 fases (Figura 2). A primeira fase, denominada de “estrutura 1”, foi construída no ano de 1970. Já a última fase teve a sua construção no ano de 1995. O dono do imóvel frisou que ambas as fases foram executadas sem projeto de engenharia.



Figura 2 — Etapas de construção da residência
Fonte: Adaptado de Google Earth, 2017.

Em visita a edificação, foi identificado a presença de várias fissuras e trincas, essas identificadas como consequência de fatores como: possível recalque de fundações (desconhecidas), variações térmicas e movimentações diferenciais entre as estruturas 1 e 2. Para facilitar a compreensão da localização das fissuras, as Figuras 3 e 4 apresentam o imóvel em planta e em corte, está destacada a localização da manifestação patológica.

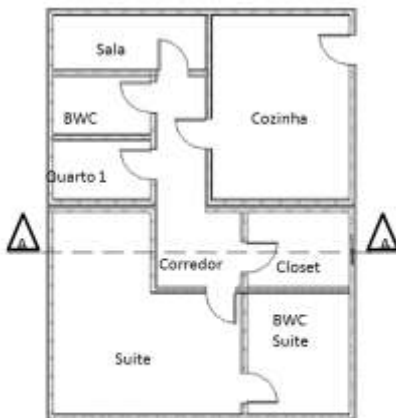


Figura 3 — Planta residencial (sem escala)
Fonte: Autor, 2017.

É apresentado o corte AA, presente na Figura 3, na Figura 4.

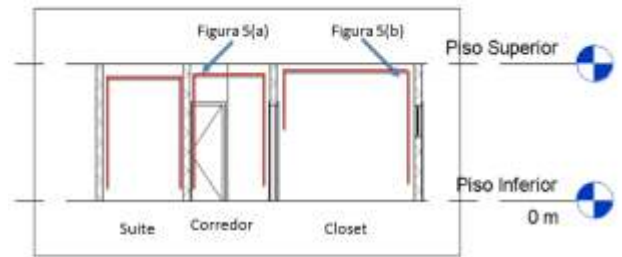


Figura 4 — Corte AA (sem escala)
Fonte: Autor, 2017.

As Figuras 5(a) e 5(b) apresentam as fissuras presentes no corredor e closet, respectivamente.

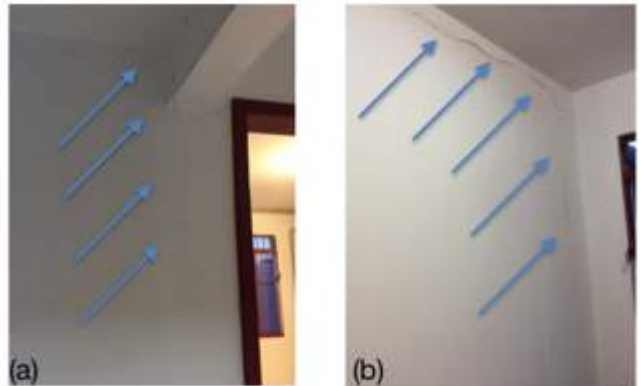


Figura 5 — (a) Trinca na parede interna do corredor e (b) Trinca na parede interna do closet
Fonte: Autor, 2017.

Foi observado que as trincas se manifestavam tanto na parte interna da residência quanto na parte externa. Na Figura 6 é apresentada a parte externa do imóvel.



Figura 6 — Trincas na parede externa do closet/cozinha
Fonte: Autor, 2017.

A trinca presente na suite também se manifestava na parede externa da residência que faz divisória com o quarto 1, como pode ser visto na Figura 7.



Figura 7 — Trincas presente na parede externa da suite/quarto 1
Fonte: Autor, 2017.

As manifestações patológicas referentes a fissuração foram encontradas entre a interface da cobertura da estrutura 1 (referente ao quarto 1) e estrutura 2 (referente a suíte), como é apresentado na Figura 8.



Figura 8 — Trincas presente na cobertura externa da suíte/quarto 1
Fonte: Autor, 2017.

2.1.2 Selos de Monitoramento

Para fazer a análise da estabilidade das fissuras e trincas, se fez necessário a instalação de selos de gesso e lâminas de vidro. Segundo Filho e Helene (2011) existe inúmeras formas de monitorar fissuras em estruturas, dentre estas selo de gesso e lâmina de vidro.

A utilização de lâminas finas de gesso além de ser uma técnica simples de monitoramento de fissuras é de fácil instalação. Devido o gesso possuir baixa resistência e ser um material frágil, qualquer movimentação da fissura monitorada causará ruptura do selo. Porém, está técnica não pode se aplicada ao ar livre devido a grande reatividade do gesso com a água.

Para a utilização em ambientes externos, o mais indicado é a lâmina de vidro fixadas com adesivos. A Figura 9 exemplifica a utilização destes dois métodos.

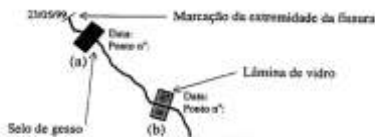


Figura 9 — Formas de instrumentação para controle da abertura de fissuras
Fonte: Filho e Helene, 2011.

Utilizando o conceito de monitoramento estrutural apresentado por Filho e Helene (2011), foram instalados 18 selos de monitoramento de fissuras e trincas ao longo das manifestações patológicas. A Figura 10 apresenta os pontos de instalação dos selos de monitoramento.

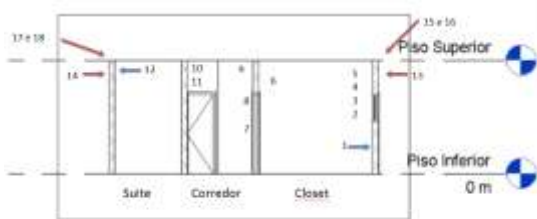


Figura 10 — Representação esquemática da localização dos selos de monitoramento estrutural no cômodo AA
Fonte: Autor, 2017.

Os selos de 1 à 12 são confeccionados em gesso. Na Figura 11, é apresentado a instalação dos selos 2 e 3. Na parte externa da residência, foram instalados as lâminas de vidro 13, 14, 15, 16, 17 e 18 para o monitoramento de movimentações e estabilidade das fissuras e trincas nas áreas externas.

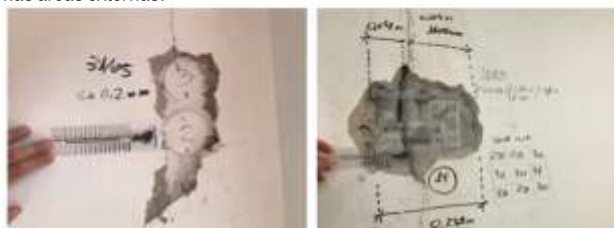


Figura 11 — Selos de monitoramento interno 2 e 3 (gesso) e Selos de monitoramento externo 14 (vidro)
Fonte: Autor, 2017.

2.2 Teste de carga

A fim de garantir a estabilidade da edificação referente a estrutura 2, visto que o proprietário tinha a intenção de construir um telhado sobre a laje existente, foi solicitado os seguintes projetos: estrutural, arquitetônico e fundações.

Na ausência da apresentação dos projetos, (que segundo o contratante ambas as estruturas da residência haviam sido construídas sem a orientação e supervisão de engenheiros) foram levantadas algumas possibilidades para aferir a real estabilidade da edificação. A primeira sugestão levava em conta realizar os seguintes ensaios: extração de testemunho e esclerometria para aferir a resistência e homogeneidade da estrutura de concreto armado; exumação das fundações para descobrir qual o sistema utilizado para transmissão de carga para o solo; ensaio SPT (Standard Penetration Test) para levantamento das características do solo; escarificação das vigas, pilares e laje afim de descobrir qual a seção transversal das armaduras das estruturas, para assim modelar a edificação em software estrutural e descobrir como o conjunto da superestrutura da residência se comporta. Visto o elevado custo e tempo para execução dos serviços, essa primeira sugestão foi descartada pelo contratante.

A segunda opção foi realizar um teste de carga no local que seria construída a cobertura (Figura 12), utilizando como base apenas os carregamentos do telhado a ser instalado. Neste teste de carga seriam utilizados os selos de gesso e lâminas de vidro como referências de movimentação da estrutura.



Figura 12 — Local que foi realizado o teste de carga (laje superior estrutura 2)
Fonte: Autor, 2017.

Também foram escolhidas 2 regiões internas na residência, com aproximadamente 1m² (Figura 13), para monitorar as fissuras existentes e o possível surgimento de novas patologias.



Figura 13 — Painos de monitoramento de fissuras (paino 1 - esquerda: centro da viga lateral da suíte; paino 2 - direita: centro da laje da suíte)
Fonte: Autor, 2017.

Para analisar a estabilidade da estrutura em questão, foi utilizado como base os procedimentos de teste de carga a ABNT NBR 9607:2012 - Prova de carga em estruturas de concreto armado e protendido. Optou-se pelo ensaio básico de prova de carga (tabela 1), onde a eficiência do carregamento varia entre 50% a 100% do admissível calculado no estado limite de serviço.

Tabela 1 - Classificação da prova de carga

Ensaio	Eficiência do Carregamento	Emprego
Básico	$0,5 < \eta < 1,0$	- recepção de estruturas em condições normais de projeto e construção - estudo do comportamento da estrutura

Fonte: Adaptado de ABNT NBR 9607:2012 (Autor, 2017)

Visando a menor solicitação possível oriunda da nova cobertura, foi imposto ao proprietário que o telhado a ser construído deveria ser da tipologia Shingle. Segundo projetista, o telhado dimensionado para a residência com inclinação de 16%, localizada entre residências mais altas e construída a uma cota mais baixa que os telhados do entorno (protegida das ações do vento), o carregamento adicional seria de 0,4 kN/m².

Para simular os esforços que a estrutura do telhado Shingle iria transmitir para a estrutura 2 (Figura 2), foram utilizados baldes de 18 litros cheios de água. Para cada metro quadrado de laje foram instalados 3 baldes, representado na Figura 14.



Figura 14 — Carregamento da estrutura 2

Fonte: Autor, 2017.

Assim, foi determinado que o carregamento da laje seria em duas etapas. A primeira etapa consistiu em instalar um carregamento de 0,2 kN/m² (≠ = 0,5) e a segunda elevar o carregamento para 0,4 kN/m² (≠ = 1,0). Na Figura 15, é apresentado um fluxograma que demonstra as rotinas, etapas e questionamentos feitos durante o teste de carga.

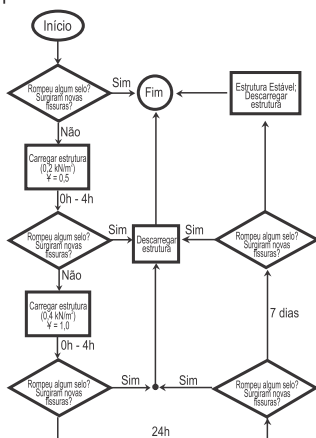


Figura 15 — Fluxograma do ensaio de teste de carga
Fonte: Autor, 2017.

Através do modelo supracitado, foi possível estabelecer um cronograma e atividades a serem realizadas antes, durante e após o ensaio de teste de carga.

3. Resultados

Ao longo de 20 dias, foram monitoradas todas possíveis movimentações da estrutura 2, onde havia o interesse em fazer a instalação de uma estrutura em madeira (telhado *Shingle*) sobre a laje.

Na tabela 2 são apresentados os dias de leitura de cada selo junto com as informações do sobrecarregamento da estrutura 2 e a maior amplitude trêmica registrada durante a semana.

Tabela 2 - Monitoramento de estabilidade global da estrutura 2

Data (Carga)	Número do Selo de Gesso										Número da Lamina de Vidro								Amplitude Trêmica °C
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
31/05 (0kg/m ²)	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	11
01/06 (0kg/m ²)	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	13
07/06 (0kg/m ²)	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	13
12/06 (0kg/m ²)	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	R	R	E	E	R	E	16*
13/06 (0kg/m ²)	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	13
13/06 (20kg/m ²)	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	13
13/06 (40kg/m ²)	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	13
13/06 (40kg/m ²)	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	13
14/06 (40kg/m ²)	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	13
21/06 (40kg/m ²)	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	12

Fonte: Autor, 2017.

Na tabela 2, a letra "E" significa que no dia da aferição do selo o mesmo encontrava-se "estável", logo intacto e íntegro. Na mesma tabela a letra "R" (em vermelho) significa que o selo estava "rompido" no dia da checagem, ou seja, houve uma movimentação que ocasionou a fratura ou deslocamento do selo/lamina de monitoramento. As lâminas foram trocadas e deu início ao teste de carga.

Os panos de monitoramento de fissuras foram aferidos juntamente com os selos, com o interesse de observar se surgiram novas fissuras ou se aumentariam as espessuras das existentes. Na tabela 3 são apresentados os valores das dimensões das aberturas assim como a data e carregamento no ato da aferição.

Tabela 3 - Monitoramento dos panos de fissuras na suite

Data (Carga)	Pano 1 (mm)										Pano 2 (mm)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
13/06 (0kg/m ²)	0,1	0,05	0,1	0,05	0,1	0,05	0,1	0,05	0,05	0,05	0,2
13/06 (20kg/m ²)	0,1	0,05	0,1	0,05	0,1	0,05	0,1	0,05	0,05	0,05	0,2
13/06 (40kg/m ²)	0,1	0,05	0,1	0,05	0,1	0,05	0,1	0,05	0,05	0,05	0,2
13/06 (40kg/m ²)	0,1	0,05	0,1	0,05	0,1	0,05	0,1	0,05	0,05	0,05	0,2
14/06 (40kg/m ²)	0,1	0,05	0,1	0,05	0,1	0,05	0,1	0,05	0,05	0,05	0,2
21/06 (40kg/m ²)	0,1	0,05	0,1	0,05	0,1	0,05	0,1	0,05	0,05	0,05	0,2

Fonte: Autor, 2017.

As espessuras das fissuras foram monitoradas do dia 13 de junho (antes do carregamento) até o dia 21 de junho (finalização do teste de carga). Foi possível observar que a estrutura 2 teve um comportamento estável, sem que as fissuras existentes tivessem um acréscimo em suas dimensões e não houve aparecimento de novas manifestações patológicas.

4. Conclusões

Ao fazer o monitoramento das manifestações patológicas, foi observado que o rompimento das lâminas de vidro 14, 15 e 18 ocorreu devido a grande variação trêmica que ocorreu no dia 11/06/2017. O rompimento das lâminas de vidro devido apenas a variação trêmica registrada demonstra uma estabilidade estrutural, referente ao carregamento imposto, porém com fissuras ativas na parte externa da residência.

A estrutura se comportou de maneira estável mesmo durante o ensaio de teste de carga de 0,4 kN/m² e as causas mais prováveis do aparecimento das fissuras e trinca são: i. as estruturas 1 e 2 (Figura 2) terem sido construídas sem juntas de dilatação; ii. possível recalque na estrutura 2 devido a uma fossa séptica desativada de maneira desconhecida e sem acompanhamento de um engenheiro responsável.

As fissuras tiveram um comportamento dentro dos limites estipulados tanto pela parte 4 da norma de desempenho referente aos sistemas de vedações verticais internas e externas (SVVIE), quanto pela NBR 6118:2007.

Ao término dos ensaios e finalizado o laudo, foi executada a construção

5. Referências

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6118: Projeto e construção de obras de concreto — Procedimento. Rio de Janeiro, 2014
- _____. NBR 9607: Prova de carga em estruturas de concreto armado e protendido - Procedimento. Rio de Janeiro, 2012.
- _____. NBR 15575-4: Edificações habitacionais — Desempenho Parte 4: Requisitos para os sistemas de vedações verticais internas e externas. Rio de Janeiro, 2013.
- CÁNOVAS, M.F. Patologia e terapia do concreto armado. São Paulo: Editora PINI, 1988.
- CAPORRINO, Cristiana Furlan. Patologia das anomalias em alvenarias e revestimentos argamassados. 1ª ed. São Paulo: Editora PINI, 2015.
- FILHO, L. C. P da Silva; HELENE, P. Análise de Estruturas de Concreto com Problemas de Resistência e Fissuração. Rio Grande do Sul: IBRACON, 2011.
- KLEIN, D. L.; SILVA FILHO, L. C. P. Introdução à Patologia das Estruturas de Concreto, Curso de Extensão. ALCONPAT-SERGS. ALCONPAT Brasil, 78 p. 2009.
- OLIVEIRA, C. R. de. Prova de carga em estruturas de concreto. 2006. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil com ênfase em Estruturas, Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 2006.
- THOMAZ, E. Trincas em Edifícios: causas, prevenção e recuperação. 16. ed. São Paulo: Editora PINI, 2014.

Predição de preços de imóveis através de aprendizagem de máquina



AUTORES:
João Pedro P. Malere
Engenheiro de Controle e Automação
CREA SP: 5061931780



Publio Netto de Almeida
Engenheiro Eletricista
CREA ES 010453/D
Registro Nacional: 080471251-4



Humberto Hayashi Sano
Engenheiro Eletricista
(Instituto Tecnológico de Aeronáutica)
Ênfase em Eletrônica
CREA SP 5062225751

A estimação dos valores de grandezas através de modelos tem sido objeto de investigação desde os primórdios da ciência. Mais recentemente, devido ao aumento da capacidade de aquisição, armazenamento e processamento de dados digitais, uma classe de modelos baseada em dados tem se tornado cada vez mais utilizada: os modelos baseados em aprendizagem de máquina. Essa classe de modelos pode auxiliar no reconhecimento de padrões onde os dados são variados e estão presentes em grande quantidade, como no mercado imobiliário. Há diversos estudos para predição de preços de imóveis, porém poucos são relacionados ao mercado brasileiro, e quando são, geralmente realizam a avaliação apenas para algumas localidades. O presente artigo propõe um método para estimar preços de imóveis com base em anúncios de imóveis localizados em todo o território brasileiro. O método desenvolvido gerou resultados que foram submetidos a uma competição intitulada “Data Science Challenge” (DSC) organizada dentro do evento “Engineers Education for the Future” (EEF) sediado no Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA) em 2019. Os resultados das predições dos modelos ficaram em terceiro lugar no desafio.

1. Introdução

A geração e transmissão de dados em formato digital têm crescido de maneira exponencial ([1]). Nesse cenário, modelos baseados em aprendizagem de máquina são uma boa opção quando se deseja extrair padrões e elaborar regras de maneira automática.

Em um cenário típico, a aprendizagem de máquina objetiva, através de uma série de atributos, prever uma medida de interesse (rótulo ou saída) que pode ser categórica (como presença ou não de uma enfermidade) ou quantitativa (como preços no mercado acionário). Com base em um conjunto de treinamento, podem-se observar os valores do rótulo assim como dos preditores. Utilizando-se esses dados, é possível construir um modelo preditivo, que possibilita a estimação dos valores de saída com base em valores das entradas ([2]).

A utilização de tais modelos com base em aprendizagem estatística para o mercado imobiliário tem sido realizada de maneira extensiva. A referência [4] propõe métodos com base em aprendizagem de máquina para predição de preços de imóveis com base em dados de um estado americano. O assunto também é abordado em competições, como as descritas em [3]. No que se refere a trabalhos publicados com dados relacionados ao mercado imobiliário brasileiro, nota-se a presença de trabalhos para diversas finalidades, como para a Engenharia de Avaliações ([6], [7] e [8]), porém em geral com dados de cidades específicas ou regiões metropolitanas.

O presente trabalho propõe um modelo baseado em aprendizagem de máquina para estimação de preços de imóveis localizados em todas as regiões do país. Os métodos foram elaborados como parte do Desafio de Ciência de Dados que ocorreu durante os meses Abril e Maio do ano de 2019 e cuja premiação ocorreu no evento EEF (Engineering Education for the Future), realizado no Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA), em São José dos Campos - SP.

Materiais e métodos

Materiais

Os métodos descritos nesse trabalho foram implementados em linguagem R, através do ambiente de desenvolvimento integrado RStudio. Os equipamentos utilizados para todas as submissões foram: - computador Acer, processador Intel i5, 16GB de memória RAM e sistema operacional Windows 10; - Workstation com processador de 40 núcleos, 128 GB de memória RAM e sistema operacional Windows 7.

Processo adotado para a elaboração e teste do modelo de aprendizagem de máquina

Há alguns processos na literatura para a extração de conhecimento útil a partir dos dados. O CRISP-DM (Cross-industry standard process for data mining) como descrito em [9], propõe as seguintes etapas para mineração de dados: entendimento do negócio, entendimento dos dados, preparação dos dados, modelagem, avaliação e implantação. Outros métodos, com outras etapas (como descrito em [10] e [11]), também estão disponíveis na literatura, porém com etapas muito semelhantes ao CRISP-DM, ou seja, obter informações e conhecimento útil dos dados. Desta forma, as etapas realizadas durante o desenvolvimento do método de aprendizagem deste trabalho serão as mesmas do CRISP-DM.

Entendimento do negócio

O entendimento do negócio contou somente com conhecimento de domínio dos integrantes do grupo de trabalho, sendo que nenhum deles possui experiência na atuação no mercado imobiliário.

O problema apresentado foi o de estimação do preço de imóveis com base em informações como área e localização. Maiores detalhes serão mostrados na seção de entendimento dos dados.

Nessa etapa foram avaliadas informações que são frequentemente utilizadas para avaliação de imóveis, como variáveis relacionadas à área útil, área total e latitude/longitude. Como previsto no CRISP-DM, essa etapa no processo de mineração de dados deve ser realizada de maneira conjunta com a etapa seguinte de entendimento dos dados e análise exploratória.

Entendimento e Análise exploratória dos dados

O conjunto de dados do desafio foi disponibilizado em duas partes: o conjunto de treinamento, que continha as variáveis independentes e o preço; e o conjunto de testes, que continha os valores das variáveis independentes, porém sem os preços.

O conjunto de treinamento continha aproximadamente 8,5 milhões de registros com os respectivos preços. O conjunto de testes continha aproximadamente 3,6 milhões de registros sem os preços, onde os métodos de aprendizagem de máquina deveriam prever tais preços.

A Tabela 1 lista os atributos do conjunto de dados de treinamento. Para o conjunto de testes os atributos são os mesmos, com exceção do preço:

Tabela 1 – Atributos presentes na base de treinamento.

Atributo	Tipo		Escala
Id	Qualitativo		Nominal
property_id	Qualitativo		Nominal
created_on	Quantitativo	Discreto	Intervalar
operation	Qualitativo		Nominal
property_type	Qualitativo		Nominal
place_name	Qualitativo		Nominal
place_with_parent_names	Qualitativo		Nominal
country_name	Qualitativo		Nominal
state_name	Qualitativo		Nominal
geonames_id			
lat_lon	Quantitativo	Contínuo	Intervalar
lat	Quantitativo	Contínuo	Intervalar
lon	Quantitativo	Contínuo	Intervalar
currency	Qualitativo		Nominal
surface_total_in_m2	Quantitativo	Contínuo	Racional
surface_covered_in_m2	Quantitativo	Contínuo	Racional
floor	Quantitativo	Discreto	Racional
rooms	Quantitativo	Discreto	Racional
expenses	Quantitativo	Contínuo	Racional
description	Qualitativo		Nominal
title	Qualitativo		Nominal
image_thumbnail	Qualitativo		Nominal
collected_on	Quantitativo	Discreto	Intervalar
price	Quantitativo	Contínuo	Racional

Os imóveis contidos na base de dados são apartamentos, casas e imóveis comerciais de todas as unidades da federação, com maior concentração no estado de São Paulo (aproximadamente 6 milhões de registros). A Figura 1 mostra um resumo estatístico de alguns atributos para uma amostra da base de treinamento com os valores de máximo, mínimo, média, mediana, 1º Quartil, 3º Quartil, número de dados faltantes para as variáveis quantitativas e as frequências dos atributos qualitativos.

floor	rooms	surface_total_in_m2	surface_covered_in_m2
Min. : 1.00	Min. : 1.000	Min. : 0,0	Min. : 0,0
1st Qu. : 3.00	1st Qu. : 1.000	1st Qu. : 72,0	1st Qu. : 65,0
Median : 6.00	Median : 2.000	Median : 125,0	Median : 97,0
Mean : 13.14	Mean : 1.992	Mean : 385,6	Mean : 307,7
3rd Qu : 10.00	3rd Qu : 2.000	3rd Qu : 250,5	3rd Qu : 175,0
Max. :1301.00	Max. :36.000	Max. :123019.0	Max. :111111.0
NA'S :10431	NA'S :3937	NA'S :8329	NA'S :2334

operation	property_type	state_name
sell:10896	apartment : 7051	São Paulo : 7577
	house : 3512	Rio Grande do Sul : 1015
	PH : 56	Rio de Janeiro : 774
	store : 277	Minas Gerais : 304
		Santa Catarina : 271
		Paraná : 253
		(other) : 702

Figura 1 – Resumo estatístico de alguns atributos de uma amostra da base de treinamento

Para a análise exploratória foram utilizadas visualizações estatísticas para melhor entendimento dos dados, como histogramas e “box-plots”. A Figura 2 mostra exemplos de histogramas elaborados com o intuito de entender a distribuição de valores na base de treinamento, assim como identificar outliers (linha vertical).

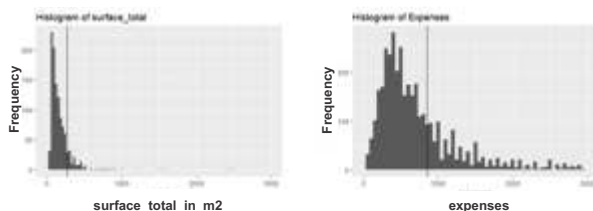


Figura 2 - Histogramas das variáveis “expenses” e “surface_total_in_m2” para os imóveis de uma amostra da base de treinamento

Outro tipo de visualização utilizada foi o “box-plot”, como exemplificado na Figura 3. Os imóveis do tipo “PH” foram posteriormente reclassificados pois, através da análise de texto, notou-se que tais imóveis pertenciam, na verdade, a uma das outras três categorias.

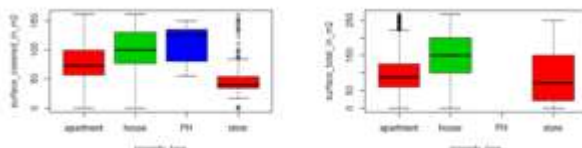


Figura 3 - Box-plots com os atributos “surface_covered_in_m2” e “surface_total_in_m2” para os diferentes tipos de imóveis de uma amostra da base de treinamento

Algumas características foram observadas no conjunto de dados:

- Redundância de dados: dentre os atributos redundantes, há o “place_with_parent_names” que contém informações de “country_name”, “state_name” e “place name”. Apesar disso esses campos foram mantidos pois permitem identificar inconsistências de localização. Da mesma forma, há outros atributos redundantes, como os de “lat-lon”, que contém os mesmos valores dos campos “lat” e “lon”.
- Presença de inconsistências: o conjunto de dados possui diversas inconsistências, como casas com diversos andares, número de quartos muito elevado (gerando inconsistência entre área por cômodo do imóvel), área total menor que a área construída, preço do metro quadrado extremamente alto, a descrição do imóvel indicando um local e “lat-long” apontando um local diferente (por exemplo, um imóvel de frente para o mar com “lat-long” apontando um local no interior do continente), entre outras.
- Valores Ausentes: há diversos campos do conjunto de dados que possuem valores ausentes. Como exemplo, aproximadamente 47.4% de todos os registros possuem a área interna ou o número de quartos em branco. Em alguns estados, esse valor ultrapassa 90% dos registros e atinge praticamente 100% em Rondônia, onde apenas 1 dos 980 registros possui esses dois atributos preenchidos.
- Presença de outliers: há registros com imóveis que possuem características que são distintas em relação ao padrão dos imóveis em geral.

Com base nessas informações, iniciou-se a etapa de seleção dos atributos relevantes para o problema. Para a localização do imóvel, apesar de aproximadamente metade dos registros de latitude e longitude apresentarem valores ausentes na base de treinamento, decidiu-se utilizar esses atributos pois, quando presentes, são mais precisos que os outros atributos disponíveis, como estado, cidade ou mesmo a região. Quando ausentes, aproximou-se a latitude e longitude pela média dessas grandezas de imóveis na mesma região, cidade e estado.

Para o caso das características físicas dos imóveis, a área útil (“surface_covered_in_m2”), seguida pelo número de quartos, eram os atributos com menos valores ausentes (aproximadamente 2 e 3 milhões de registros respectivamente). Para os registros com valores faltantes, aproximou-se a área pela média dos imóveis de mesmo tipo e mesma região. O mesmo ocorreu para o número de quartos. Nos casos onde ainda havia dados faltantes ou onde havia informações na descrição e nos títulos do anúncio, houve extração de valores do texto, o que será detalhado na próxima seção.

Além da latitude (“lat”), longitude (“lon”), área útil (“surface_covered_in_m2”) e número de quartos (“rooms”), as outras variáveis consideradas para a predição dos preços, mesmo com algumas delas apresentando grande quantidade de valores ausentes, foram: área total (“surface_total_in_m2”); condomínio (“expenses”); moeda (“currency”) e ano de criação do registro (“year”). Além disso, foram considerados termos extraídos do texto que diferenciam os imóveis e que serão detalhados na próxima seção.

Também vale destacar mais um aspecto da base de dados do problema. A base de testes possuía nos campos “description” e “title” os valores de preço. Esse fenômeno também é conhecido como “data leakage” e tais informações foram consideradas para aumentar o número de registros da base de treinamento.

Preparação dos dados

A preparação dos dados consistiu de maneira geral de quatro etapas: a extração de informações do texto para preenchimento de valores ausentes ou correção de campos da base de treinamento, o preenchimento de dados faltantes com base em imóveis similares, correção da localização e preparação final.

Extração de informações do texto

Alguns dos atributos, como “expenses”, “floor”, “surface_total_in_m2”, entre outros, não estavam preenchidos em diversos registros. A leitura do conteúdo dos atributos de texto livre (“title” e “description”) de uma pequena amostra aleatória dos registros disponíveis revelou que a maioria dos textos possuía as informações dos atributos faltantes. Alguns possuíam inclusive informações em desacordo, como por exemplo, imóveis registrados como “Casa” em “property_type”, mas que no título estavam anunciados como “Apartamento”.

Para facilitar a busca das informações nos atributos “title” e “description”, um pré-processamento de texto foi realizado com as seguintes etapas: remoção de caracteres especiais e pontuações, com exceção de caracteres úteis como \$ e pontos de milhar; remoção de espaços, vírgulas e pontos repetidos; remoção de acentos; conversão de caracteres para minúsculo e remoção de termos sem utilidade para a classificação.

Assim como no pré-processamento, na busca pelos padrões desejados no texto, foram utilizadas as funções de busca e ou substituição que possuem como parâmetro, expressões regulares. As expressões regulares são padrões de texto bem definidos que indicam, de forma bastante compacta, um padrão relativamente complexo de texto que se deseja procurar. Como exemplo, os padrões encontrados nos textos para referenciar um andar eram basicamente os seguintes: Número do andar (exemplo: 10 andar), Qualidade do andar (exemplo: andar baixo, andar médio ou andar alto) e Número de andares (exemplo: 15 andares), indicando que o imóvel estava em um prédio de X andares, e não informando o andar específico do imóvel. Considerando tais variações, a expressão regular que busca pelo andar do imóvel nos atributos texto “title” e “description” está indicada abaixo:

```
"[1-9]\\d*\\s*(?=andar[^\s])|(?<=andar\\s)alto|(?<=andar\\s)medio|(?<=andar\\s)baixo"
```

Essa expressão regular busca pelos números que precedem a palavra “andar”, mas não os números que precedem a palavra “andares” e também busca pelas palavras “alto”, “medio” ou “baixo”, quando estas estão precedidas da palavra “andar”.

Expressões regulares similares foram utilizadas para buscar:

- A área coberta, utilizando como marcadores: “m” ou “m2” com proximidade das palavras “area”, “util” ou “interna”.
- A área total.
- O tipo da propriedade, utilizando como marcadores: “apartamento”, “apt”, “apto”, “cobertura” ou “comercial”, “galpao”, “loja” ou “casa”, “sobrado”, “chacara”.
- O preço do condomínio, utilizando como marcadores: “cond” ou “condominio”, próximos a “\$” ou “r\$” e selecionando apenas números, os quais poderiam representar o valor do condomínio (exemplo: condominio R\$ 400).
- O preço do imóvel, utilizando como marcador: “por”, seguido de “\$” ou “R\$” e selecionando apenas os números, os quais poderiam representar o valor do imóvel. Caso a palavra “mil” fosse encontrada após os números, o fator 1000 era aplicado ao valor lido (exemplo: por r\$ 250 mil).

Foi assumido que a informação encontrada no atributo “title” era mais precisa que a informação encontrada no atributo “description” pois, por “title” (título do anúncio) ser um campo de maior evidência e menor tamanho, provavelmente é preenchido com mais cautela que os demais.

Após todas as informações extraídas dos campos “title” e “description”, uma nova avaliação foi realizada com base em uma pequena amostra aleatória dos dados.

Foi então decidido substituir todo o conteúdo do atributo “property_type” com os dados colhidos dos campos “title” e “description”, pois eles estavam mais precisos. Os atributos “floor”, “surface_total_in_m2”, “surface_covered_in_m2”, “expenses” e “price” foram utilizados apenas para completar os registros vazios. Já para o campo “rooms” foi calculada a moda e priorizada a informação no texto para os casos onde havia valores divergentes.

Para melhorar o resultado obtido, foram produzidos novos atributos a partir do conteúdo dos campos “description” e “title”. Foi gerada uma matriz com todas as palavras contidas nesses dois campos e suas respectivas frequências. Com base na frequência e no possível diferencial criado por aquela característica, quatorze palavras foram selecionadas e transformadas em atributos pelo processo de “one-hot-encoding”, indicando ou não a presença da palavra em questão no texto. Na linguagem Python e na linguagem R, respectivamente, os pacotes Scikit-Learn e Caret implementam técnicas para seleção de atributos com maior relevância para o modelo em desenvolvimento. Por uma limitação de tempo, tais técnicas não foram aplicadas.

Preenchimento de dados com base em imóveis similares

Conforme mencionado na seção “Entendimento e Análise exploratória dos dados”, para os dados não disponíveis de latitude e longitude, houve a aproximação pela média da região, cidade ou estado dependendo das informações disponíveis no campo “place_name”. Para os casos onde esse campo estava vazio, aproximou-se a localização do imóvel pela média dos imóveis de mesmo tipo.

Já para o campo “surface_covered_in_m2”, antes do tratamento de texto descrito na seção “Extração de informações do texto”, houve a aproximação pela média dos imóveis de mesmo tipo e número de quartos ou somente pela média de registros do mesmo tipo.

Correções na localização

Para a localização, foram excluídos registros que possuem valores de latitude e longitude fora do território nacional. Além disso, foram comparadas as latitudes dos imóveis com a de um quadrilátero de +/- 0.5 grau de latitude e longitude em torno da localização do município (obtido do campo “place_name”). Para os casos discrepantes, a localização do imóvel foi aproximada pela média da latitude e longitude dos imóveis do município.

Preparação final

Ao final das etapas anteriores, os registros duplicados foram removidos, valores discrepantes da base de treinamento sem o equivalente na base testes foram desconsiderados e os dados convertidos para o formato exigido pela etapa de treinamento do modelo descrita na próxima seção.

Modelagem

Para a escolha do método a ser utilizado para predição de preço, foi realizada uma comparação de modelos capazes de prever o preço dos imóveis, a partir de um subconjunto dos dados contendo aproximadamente 60 mil registros extraídos do conjunto de treinamento fornecido.

Selecionou-se os atributos numéricos (“lat”, “long”, área coberta, número de quartos e valor do condomínio) e imóveis somente do tipo apartamento. Além disso, imóveis com valores de preço maiores que 4 milhões foram excluídos.

Para os métodos onde se necessita de normalização das entradas, utilizou-se a subtração da média dividindo-se pelo desvio padrão, conforme a expressão:

$$X_n(i) = \frac{(X_i - \underline{X})}{\sigma}$$

Os seguintes métodos foram testados (Tabela 2), sendo o que apresentou o menor erro médio quadrático foi o “Xgboost”, sendo esse o método escolhido para o restante da competição.

Tabela 2 – Métodos testados

Técnica	Parâmetros
k-NN	K=17 (implementação descrita em [13])
Árvore de regressão	Obtidos no best.rpart ([13])
RNA	1 camada oculta com 100 neurônios ([14])
SVM	kernel = "radial" ([13])
Gradient Boosting (GB)	Parâmetros default pacote XGBoost ([17])
Random Forest (RF)	Parâmetros default pacote randomForest ([18])
Média RF e GB	Parâmetros default bibliotecas ([17], [18])
General Linear Model	Parâmetros default pacote glmnet ([16])

Não é objetivo do presente trabalho o detalhamento dos métodos citados na Tabela 2, porém maiores detalhes podem ser obtidos em [2], [13], [14], [15], [16], [17] e [18].

Os parâmetros finais do modelo seguiram as recomendações de [2], onde se adotou uma taxa de aprendizagem reduzida, um número grande de árvores e um critério de parada antecipado caso não haja redução da função objetivo mesmo sem atingir o número de árvores especificado.

Para os casos onde as previsões deram valores negativos, os preços foram aproximados pela média dos imóveis de mesmo tipo.

Avaliação

A avaliação dos resultados foi realizada de acordo com a métrica utilizada na competição, ou seja, o Root Mean Squared Logarithmic Error (RMSLE):

$$L(y, \hat{y}) = \frac{1}{N} \sum_{i=0}^N (\log \log (y_i + 1) - \log (\hat{y}_i + 1))^2,$$

onde y é o preço real do imóvel e \hat{y} é o valor estimado de preço.

A avaliação durante a competição foi realizada com aproximadamente 30% do conjunto de testes e o resultado final foi obtido com outra amostra para avaliação da generalização do modelo.

Implantação

Essa etapa não se aplica ao presente estudo já que o objetivo do modelo era somente sua avaliação de desempenho durante a competição DSC. No entanto, o método descrito nesse trabalho pode ser aproveitado em futuras implantações de sistemas de avaliação de imóveis.

Resultados

A Figura 4 mostra os resultados de acordo com o RMSLE nas 25 submissões realizadas durante a competição. Nas primeiras submissões foi elaborado um modelo de regressão linear com pouco pré-processamento de dados para verificar o desempenho de métodos mais simples ("lower boundary"). Ao longo da competição foram então realizadas sucessivas submissões com melhorias nos parâmetros do método escolhido ("Xgboost"), assim como no pré-processamento dos dados.

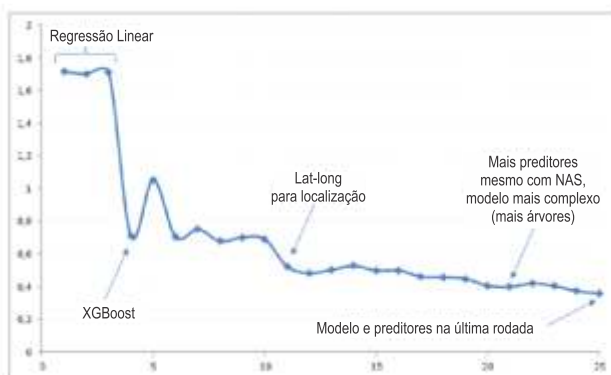


Figura 4 - Resultados obtidos nas submissões

Discussão

O presente artigo mostrou a elaboração de um modelo para estimação de preços de imóveis. O modelo foi elaborado de acordo com as etapas de mineração de dados descritas no CRISP-DM.

Os resultados (terceiro lugar na competição descrita em [12]) demonstram que o método descrito obteve bons resultados, em especial em um conjunto de dados abrangente e com imóveis de todas as regiões do país, aumentando a abrangência de modelos previamente propostos na literatura para regiões específicas do Brasil.

Como trabalhos futuros recomenda-se o estudo de mais métodos para previsão de preços (como redes neurais artificiais profundas), assim como melhoramentos no pré-processamento dos dados.

Referências

- [1] Cisco Visual Networking Index: Global Mobile Data Traffic Forecast Update, 2017–2022 White Paper (https://www.cisco.com/c/en/us/solutions/collateral/service-provider/visual-networking-index-vni/white-paper-c11-738429.html#_Toc953325, acessado em 12/junho de 2019.)
- [2] T. Hastie, R. Tibshirani, and J. Friedman, *The Elements of Statistical Learning: data mining, inference and prediction*. Springer, 2 ed., 2009.
- [3] Real State tag at Kaggle (<https://www.kaggle.com/tags/real-estate>, acessado em 12/junho de 2019).
- [4] Fan, Chenchen, Zechen Cui, and Xiaofeng Zhong. "House Prices Prediction with Machine Learning Algorithms." In *Proceedings of the 2018 10th International Conference on Machine Learning and Computing*, pp. 6-10. ACM, 2018
- [5] Pereira, Júlio César, Salomão Garson, and Elton Gean Araújo. "Construção de um modelo para o preço de venda de casas residenciais na cidade de Sorocaba-SP." *Revista GEPROS 4* (2012): 153.
- [6] de Araújo Florencio, Lutemberg. "Engenharia de avaliações com base em modelos GAMLSS." *Master's thesis, Universidade Federal de Pernambuco*, 2010.
- [7] Steiner, Maria Teresinha Ams, Anselmo Chaves Neto, Sílvia Neide Bráulio, and Valdir Alves. "Multivariate statistical methods applied to evaluation engineering." *Gestão & Produção 15*, no. 1 (2008): 23-32.
- [8] Pelli Neto, Antônio, and Luis Enrique Zárate. "Avaliação de Imóveis Urbanos com a utilização de Redes Neurais Artificiais." *Anais do IBAPE–XII COBREAP* (2003).
- [9] Wirth, Rüdiger, and Jochen Hipp. "CRISP-DM: Towards a standard process model for data mining." In *Proceedings of the 4th international conference on the practical applications of knowledge discovery and data mining*, pp. 29-39. Citeseer, 2000.
- [10] (<https://docs.microsoft.com/en-us/azure/machine-learning/team-data-science-process/overview>, acessado em 12 de junho de 2019)
- [11] Azevedo, Ana Isabel Rojão Lourenço, and Manuel Filipe Santos. "KDD, SEMMA and CRISP-DM: a parallel overview." *IADS-DM* (2008).
- [12] Data Challenge at EEF 2019 (<https://www.kaggle.com/c/data-science-challenge-at-eeef-2019/leaderboard>, acessado em 16/06/2019)
- [13] E. Dimitriadou, K. Hornik, F. Leisch, D. Meyer, A. Weingessel Maintainer, f. Leisch@ci, A. Tuwien, and A. , "The e1071 package," 08-2006.
- [14] F. Gnther and S. Fritsch, "neuralnet: Training of neural networks," *RJournal*, vol. 2, 06, 2010.
- [15] T. M. Themeau and E. Atkinson, "An introduction to recursive parti-tioning using the rpart routines," *Mayo Clinic*, vol. 61, 01, 1997.
- [16] R. Tibshirani, T. Hastie, and J. Friedman, "Regularized paths for generalized linear models via coordinate descent," *Journal of Statistical Software*, vol. 33, 02, 2010.
- [17] Xgboost package (<https://CRAN.R-project.org/package=xgboost>, acessado em 17/06/2019).
- [18] A. Liaw and M. Wiener (2002). *Classification and Regression by randomForest*. *R News* 2(3), 18–22.

Vantagens em ser ASSOCIADO do IBAPE PR



AGENDA 2019 EVENTOS

março	CURSO DE ENGENHARIA DE AVALIAÇÕES IMOBILIÁRIAS - Módulo Básico Eng Civil Sérgio Pires	21, 22 e 23
abril	CURSO DE PERÍCIA PARA SEGURO AGRÍCOLA Eng Agrônomo Jorge Augusto Ap. de Oliveira	11, 12 e 13
maio	CURSO DE ENGENHARIA DE AVALIAÇÕES DE IMÓVEIS RURAIS Eng Agrônomo Marcelo Rossi	22, 23 e 24
julho	CURSO CURITIBA PERÍCIAS JUDICIAIS E EXTRAJUDICIAIS Arquiteto Jacson Tessaro	18, 19 e 20
	WORKSHOP CASCAVEL Sol. em Aval. e Per. Tec. c/ utilização de Drones Engenheiro Fernando Shimata Ghiraldi	26
agosto	SEMINÁRIO FOZ DO IGUAÇU 1º Seminário Sul-Americano de Engenharia de Avaliações	8 e 9
	WORKSHOP LONDRINA ASPECTOS AMBIENTAIS Perspectivas e Desafios do Parque Estadual dos Godoy's	17
	CURSO CURITIBA Avaliação de Aluguéis Engenheiro Radegaz Nasser Junior	29 e 30
setembro	CURSO CURITIBA ENGENHARIA DE AVALIAÇÕES IMOBILIÁRIAS - Módulo Básico Eng Civil Sérgio Pires	12, 13 e 14
	WORKSHOP MARINGÁ PERÍCIA PARA SEGURO AGRÍCOLA Eng Agrônomo Jorge Augusto Ap. de Oliveira	16
	CURSO DE PATOLOGIAS CONSTRUTIVAS Eng Civil Marcelo da Costa Teixeira e Amacim	26, 27 e 28
outubro	CURSO CURITIBA PERÍCIA PARA SEGURO AGRÍCOLA Eng Agrônomo Jorge Augusto Ap. de Oliveira	03, 04 e 05
	XX COBREAP - Salvador/BA Congresso Brasileiro de Engenharia de Avaliações e Perícias	21 a 25
novembro	CURSO CURITIBA ENGENHARIA DE AVALIAÇÕES IMOBILIÁRIAS - Módulo Avançado Eng Civil Sérgio Pires	07, 08 e 09
	CURSO CURITIBA NORMAS DE DESEMPENHO Eng Civil Marcelo da Costa Teixeira	21, 22 e 23

- Divulgação no site do IBAPE PR e IBAPE Nacional, dos melhores profissionais de Engenharia de Avaliações e Perícias;
- Divulgação da página do associado no site do IBAPE PR;
- Uso da Tabela de Honorários;
- Convênio de Cooperação com o IEP (sócios-conveniados), podendo usufruir desta forma de todos os serviços e convênios ofertados, como plano de saúde, odontológico, consórcio, etc;
- Desconto em cursos de capacitação e eventos;
- Sala de reunião de uso compartilhado com internet, computador, wi-fi e TV;
- Acesso a biblioteca;
- Selo de Perito Associado.



Junte-se a nós!



Novo sistema de

ART

Anotação de
Responsabilidade Técnica

Vem aí o novo sistema de
Anotação de Responsabilidade
Técnica! Fique atento à mudança.

Para saber mais
acesse:
art.crea-pr.org.br



CREA-PR

Conselho Regional de Engenharia
e Agronomia do Paraná

