

REVISTA

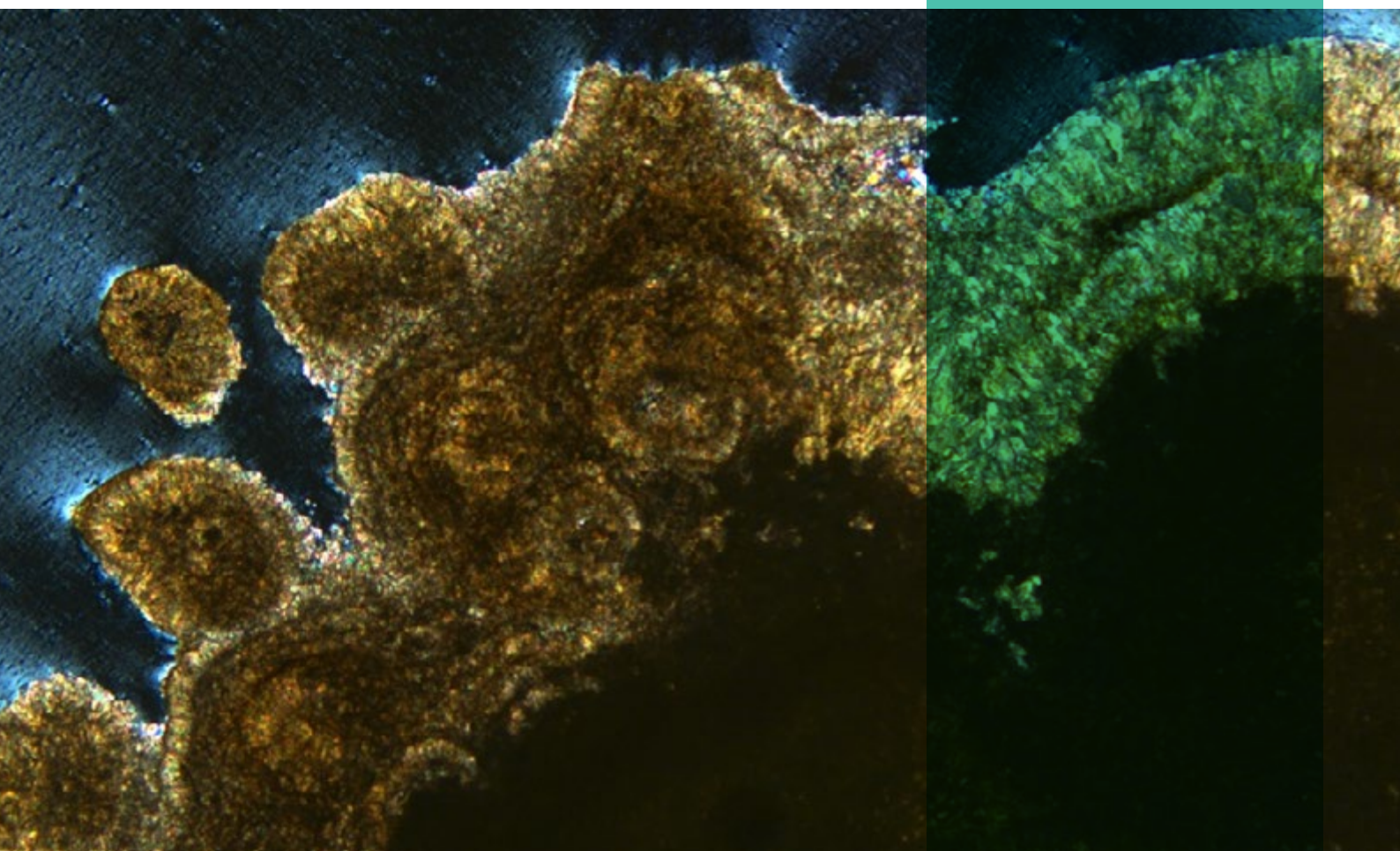
IPT

Tecnologia
e inovação

12

ipt
INSTITUTO DE
PESQUISAS
TECNOLÓGICAS

Dezembro/2019



MEIO AMBIENTE

Estudo sobre o desempenho de soluções integradas para recuperação de áreas degradadas por mineração

CONSTRUÇÃO CIVIL

Pesquisa da suporte à utilização de sistemas construtivos em pré-moldados de concreto armado

SAÚDE

Aplicação de método de microscopia ótica para análise de fragmentos de cálculo urinário

v. 3, n. 12, dez., 2019



REVISTA IPT | Tecnologia e Inovação

v.3, n.12, dezembro, 2019

Quadrimestral

Editores-chefes

Andreia Longuinho da Silva

Eduardo Luiz Machado

Zehbour Panossian

Conselho Editorial

Ana Carolina Carneiro

Edna Baptista dos S. Gubitoso

Hamilton Lelis Ito

Maria Natalina Martins

Assistentes Editoriais

Augusto Max Colin

Bruno D. Francisco da Silva

Denise Oliveira de Paula

João Antonio Rodrigues Garcia

ISSN 2526-5830

Copyright© IPT. Todos os direitos reservados. Todos os textos, imagens, gráficos, e outros materiais são protegidos por direitos autorais e outros direitos de propriedade intelectual pertencentes ao IPT. A reprodução dos textos da Revista IPT somente será permitida para fins didáticos e de pesquisa, desde que com a citação deste material. Proibida a reprodução total ou parcial, com intuito de lucro direto ou indireto, por qualquer meio ou processo.

Créditos técnicos

DIAGRAMAÇÃO E ARTE:
Augusto Max Colin

REVISÃO:
Edna Baptista dos S. Gubitoso
Zehbour Panossian

Av. Prof. Almeida Prado, 532 - Cidade Universitária - Butantã
05508-901 - São Paulo - SP

ISSN 2526-5830

#12

Revista IPT:
Tecnologia
e inovação

Artigos técnicos

SUMÁRIO

p.06	Recuperação de áreas degradadas por mineração: associação de técnicas de bioengenharia de solos com geração e manutenção de serviços ecossistêmicos
p.18	Habitação em Zona Especial de Interesse Social do tipo 4: estudo de caso em Capela do Socorro, São Paulo, SP
p.50	Microscopia óptica de cálculos urinários: estudo de caso
p.63	Um horizonte de possibilidades: orientação profissional de estagiários do IPT
p.71	Recomendações para projeto preliminar de canteiro de obras para a produção de pré-moldados de concreto armado
p.91	Controle de odor na Indústria: legislação atual e as alternativas de tratamento

TECNOLOGIA E QUALIDADE DE VIDA



Jefferson de Oliveira Gomes
Diretor-Presidente do IPT

Chega a leitoras e leitores esta que é a décima segunda edição da 'Revista IPT, Tecnologia e Inovação'. A seleção de cinco artigos técnicos – mais um de opinião – concentra o foco em qualidade de vida em habitação, saúde e no trabalho. Foram produzidos por pesquisadores do IPT e colaboradores, compartilhando com a sociedade conhecimento tecnológico produzido em diversas áreas.

Abre esta edição o artigo intitulado "Recuperação de áreas degradadas por mineração: associação de técnicas de bioengenharia de solos com geração e manutenção de serviços". A autoria é de Mariana Hortelani Carneseca Longo, Caroline Almeida Souza, Maria Lucia Solera, da Seção de Sustentabilidade de Recursos Florestais do Centro de Tecnologia de Recursos Florestais do IPT, e Priscila Ikematsu, Sofia Julia Alves Macedo Campos, Omar Yazbek Bitar, do Laboratório de Recursos Hídricos e Avaliação Geoambiental, Centro de Tecnologias Geoambientais do IPT. O estudo analisa o desempenho

de soluções para recuperação de áreas degradadas pela mineração.

No artigo "Habitação em Zona Especial de Interesse Social do tipo 4: estudo de caso em Capela do Socorro, São Paulo, SP" os autores Yves Danillo Bocutti, da Prefeitura Municipal de São Paulo e Omar Yazbek Bitar, ambos do Mestrado Profissional em Habitação: Planejamento e Tecnologia do IPT sintetizam dados de pesquisa sobre condições de inserção urbana e habitabilidade em empreendimento de interesse social, visando à qualidade da sua implantação.

No artigo "Microscopia óptica de cálculos urinários: estudo de caso" analisa-se o emprego da microscopia óptica como ferramenta para caracterização mineralógica e da textura de cálculos urinários para diagnóstico e tratamento. Seus autores são Eduardo Brandau Quitete, Priscila Rodrigues Melo Leal, Sérgio Soares de Lima, Jilson Cerdoso, Fabiano Chotoli, do Laboratório de Materiais de Construção Civil do IPT, e Natasha da Silveira Pinto, geóloga da Fundação de Apoio ao IPT.

Intitulado "Um horizonte de possibilidades: orientação profissional de estagiários do IPT", este artigo de opinião trata aspectos motivacionais para estagiários de diversas áreas. Os autores são Luciana Omia Mishima e Felipe Ise Barbosa Rubio, da Coordenadoria de Gestão de Pessoas, Diretoria Financeira e Administrativa do IPT, e Eduardo Luiz Machado, da Coordenadoria de Ensino Tecnológico, Diretoria de Inovação e Negócios do IPT.

Apresentam-se dados para suporte à construção industrializada de shopping centers e indústrias, no artigo "Recomendações para dimensionamento preliminar de canteiro de obras para a produção de pré-moldados de concreto armado". Autoria é de Luiz Velloso Andrade Junior, do Mestrado Profissional em Habitação: Planejamento e Tecnologia pelo IPT, Cláudio Vicente Mitidieri Filho, do Mestrado Profissional em Habitação: Planejamento e Tecnologia pelo Centro Tecnológico do Ambiente Construído do IPT, e Olga Satomi Yoshida, do Mestrado Profissional em Habitação: Planejamento e Tecnologia pelo Centro de Metrologia Mecânica do IPT.

Fechando esta edição o artigo "Controle de odor na Indústria: legislação atual e as alternativas de tratamento", de Alberto Hideki Nabeshima, Danillo Lanzieri Modesto, Guilherme Recuero Ustra, Tiaya Gallo Alvarez e Silas Derenzo, do Laboratório de Processos Químicos e Tecnologia de Partículas, todos do Mestrado Profissional em Processos Industriais do IPT. Apresentam legislações paulistas e tecnologias utilizadas no controle de odores nas linhas de produção.

Boa leitura!

Recuperação de áreas degradadas por mineração: associação de técnicas de bioengenharia de solos com geração e manutenção de serviços ecossistêmicos

Recovery of degraded areas by mining: association of techniques of bioengineering of soils with generation and maintenance of ecosystem services

Mariana Hortelani Carneseca Longo^a, Caroline Almeida Souza^a,
Maria Lucia Solera^a, Priscila Ikematsu^b,
Sofia Julia Alves Macedo Campos^b, Omar Yazbek Bitar^b

^a Seção de Sustentabilidade de Recursos Florestais, Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo S.A., São Paulo-SP, Brasil.

^b Laboratório de Recursos Hídricos e Avaliação Geoambiental, Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo S.A., São Paulo-SP, Brasil.

*E-mail: marihc@ipt.br

Palavras-chave:
recuperação de área degradada; mineração; bioengenharia de solos; serviço ecossistêmico.

Keywords:
reclamation of degraded area; mining; soil bioengineering; ecosystem service.

Resumo

A recuperação de áreas degradadas é uma das atividades frequentemente consideradas em avaliação de impacto ambiental de projetos de mineração, sendo contemplada em estudos realizados, desde a fase de planejamento até os referentes à desativação do empreendimento. Sintetizam-se resultados de pesquisa aplicada à fase de operação de minas, voltada ao desenvolvimento de soluções fundamentadas na associação de técnicas de bioengenharia de solos, com a geração e manutenção de serviços ecossistêmicos. Três soluções foram desenvolvidas em experimento de campo, idealizadas para as condições da área de estudo, e aplicadas em talude de uma pilha de bota-fora composta por material estéril. O experimento incluiu também aplicação em setor do mesmo talude, tratado com rejeito proveniente do processo de beneficiamento do minério local, denominado de areia calcária, além de uma área testemunho mantida sem qualquer tratamento, e utilizada para fins comparativos. As cinco situações foram monitoradas em quatro campanhas de campo, por meio de dezessete indicadores selecionados para medir a evolução acerca de oito serviços ecossistêmicos esperados. O desempenho das soluções foi analisado comparativamente quanto à aplicabilidade, serviços ecossistêmicos e valoração econômica, demonstrando-se o potencial de aplicação em recuperação de áreas degradadas por mineração.

Abstract

The reclamation of degraded areas is an important activity in environmental impact assessment of mining projects, and it has been contemplated in studies since the planning phase to the time of the enterprise's deactivation. This work focuses on the phase of mine operation through the development of solutions based on the association of soil bioengineering techniques with the provisioning and maintenance of ecosystem services. Three solutions were developed according to the conditions of the studied area and applied in stacks of refuse mining areas composed by of sterile material. The experiment also included one application in an area of the same slope with local tailings from the process of ore, called limestone sand, as well as a control area, which was maintained untreated and used for comparative purposes. The five situations were monitored in four field works work campaigns, using seventeen indicators selected to measure the evolution of eight expected ecosystem services. The performance of the solutions was analyzed comparatively regarding applicability, ecosystem services and economic valuation, demonstrating the potential of application in reclamation of degraded areas by mining.

1 Introdução

Serviços ambientais ou ecossistêmicos são cada vez mais considerados em avaliação ambiental de projetos (BAKER et al., 2013; KARJALAINEN et al., 2013; GENELETTI, 2013), visando melhorar a análise e a mitigação de impactos, com base nos benefícios à biodiversidade (ROSA; SÁNCHEZ, 2015; LONGO; RODRIGUES, 2017). Em mineração, isso também se mostra como uma tendência, pois a atividade extrativa altera a paisagem (TARDIEU et al., 2015), e reduz as áreas de superfície dos ecossistemas naturais, com a consequente perda de serviços ecossistêmicos (JACOB et al., 2016). Rosa e Sánchez (2016) enfatizam os avanços na prática convencional de avaliação de impacto (AI) quando a abordagem ecossistêmica é utilizada para avaliar os impactos ambientais e sociais esperados em mineração, como no contexto de avaliação de impacto ambiental (AIA). Larondelle e Haase (2012) adotam abordagem ecossistêmica para avaliar os impactos da mineração em um período de 100 anos e propõem opções de restauração pós-mineração, a fim de priorizar as áreas no planejamento regional para serviços ecossistêmicos. Longo (2014) e Wilker et al. (2016) destacam a necessidade de cenários de planejamento na recuperação de áreas degradadas (RAD) por mineração, proporcionando maiores benefícios nos quais esses serviços desempenham papel fundamental no contexto pós-mineração.

Em atividades de mineração, as medidas de RAD nem sempre são empregadas para atenuar a significância dos impactos causados e gerar um ganho ambiental representativo para a área e adjacências. Isso tende a ser possível pela aplicação combinada de técnicas de RAD, escolhidas para gerar serviços ambientais específicos. Solera et al. (2014) identificaram cinco soluções de bioengenharia de solos que podem gerar serviços ecossistêmicos, especialmente aqueles relacionados a estoques de carbono, habitats, diversidade biológica e condições físicas do solo,

classificando-as como de alto potencial para RAD na maioria dos contextos de mineração no Brasil. Para Souza et al. (2016), a diversificação de técnicas de RAD, além das convencionalmente adotadas, como a revegetação para manejo florestal comunitário e para sistemas agroflorestais e, ainda, a bioengenharia de solos, pode expandir a geração de serviços ecossistêmicos. Evans et al. (2013) também sugerem que os planos de restauração em mineração devem considerar as condições de vegetação e solo existentes, em uma abordagem de manejo adaptativo para medir o sucesso na melhoria dos serviços ecossistêmicos.

Ao mesmo tempo, a RAD se mostra como uma das atividades frequentemente consideradas no processo de avaliação de impacto ambiental (AIA) de projetos de mineração, contemplada em relação às fases de planejamento, instalação, operação e desativação de empreendimentos. Assim, experiências acerca de técnicas de RAD devem ser discutidas também em relação a esse contexto, tendo-se em conta a possibilidade de geração e manutenção de serviços ecossistêmicos.

Neste artigo, abordam-se alguns dos resultados obtidos em pesquisa aplicada à fase de operação de minas, com o objetivo de explicitar e discutir a aplicação potencial das soluções desenvolvidas em RAD de mineração (INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2016). Os trabalhos se baseiam em experimento de campo realizado em um talude de uma pilha de bota-fora composta por material estéril, proveniente dos trabalhos de lavra e constituído por blocos e fragmentos rochosos de dimensões variadas.

2 Procedimento metodológico

O experimento se desenvolveu em área de mineração de fosfato, no município de Cajati (SP), por meio da associação de conceitos e técnicas de bioengenharia de solos com os princípios da geração e manutenção de serviços ecossistêmicos ou ambientais. A inclinação do talude que compõe o experimento supera 45°, e abriga vegetação herbácea em trechos compostos por materiais com granulometria mais fina (**Figura 1**).

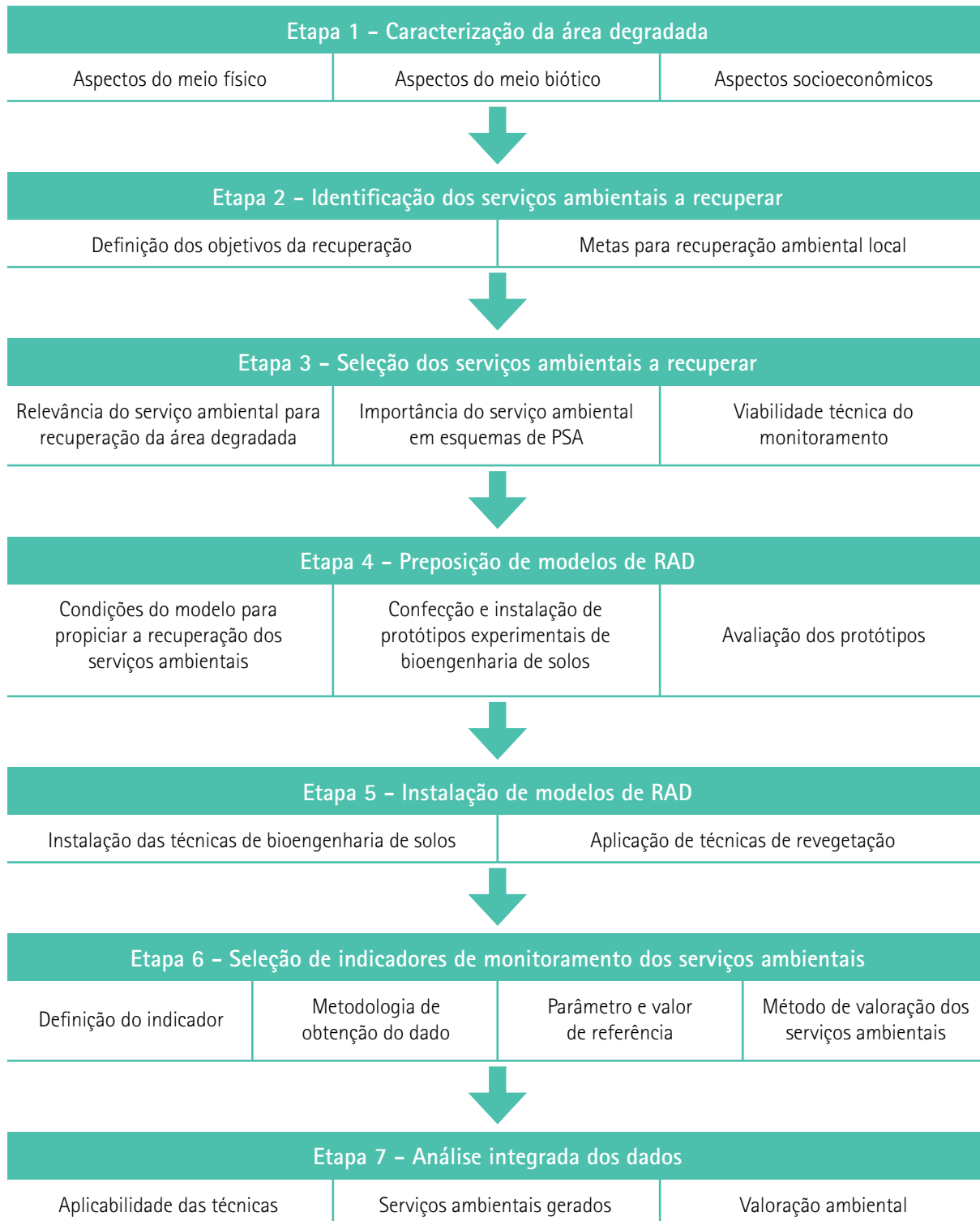
Figura 1 – Área de estudo: talude de depósito de resíduos de materiais estéreis da atividade de mineração de fosfato



Fonte: acervo do Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (30 abr. 2015)

Os trabalhos foram executados conforme a sequência de procedimentos ilustrada na **Figura 2**.

Figura 1 – Método 1, observação direta do Sol pelo observador. É possível observar na imagem o painel da base de tempo que controla a simulação sendo gerada pelo software



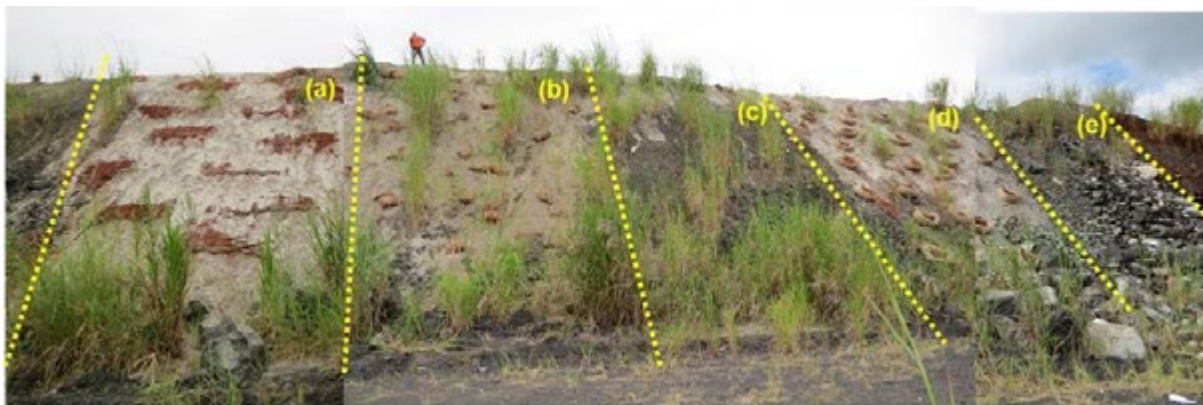
Fonte: elaborado pelos autores

A identificação dos serviços ecossistêmicos foi efetuada a partir dos prováveis impactos negativos advindos da instalação e dos objetivos da RAD, compreendendo: recuperar a cobertura vegetal (mais diversa possível); recuperar a paisagem (cênica e ecológica); reduzir os processos erosivos; manter a estabilidade do talude; atenuar a dispersão de material particulado; possibilitar o acúmulo de água no sistema, atenuando a lixiviação de finos e nutrientes; e possibilitar o uso de resíduos.

Foram identificados treze serviços ecossistêmicos. A proposição de soluções de bioengenharia de solos passíveis de aplicação foi realizada com base em revisão bibliográfica, análise das condições da área e reuniões técnicas entre as equipes do projeto e colaboradores. Três protótipos foram idealizados a partir disso, testados inicialmente em área piloto, de modo a verificar a dimensão requerida às estruturas quanto ao volume útil de solo, condições de montagem e instalação no talude.

Após o teste, foram confeccionadas três estruturas, denominadas guirlanda, solo-retentor e colmeia. Além dessas soluções, o experimento considerou duas outras situações: uma tratada por resíduo de beneficiamento do minério, denominada de areia calcária e, ainda, uma área testemunho, totalizando cinco soluções (**Figura 3**).

Figura 3 – Experimento com as cinco soluções instaladas: (a) colmeia, (b) solo retentor, (c) areia calcária, (d) guirlanda, (e) área testemunho



Fonte: acervo do Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (10 ago. 2015)

3 Resultados e discussão

As cinco soluções foram monitoradas em campanhas de campo, entre agosto/2015 e julho/2016, por meio de indicadores selecionados para medir a evolução dos serviços ecossistêmicos esperados (**Quadro 1**). Para cálculo do desempenho dos serviços ecossistêmicos, foram considerados os valores dos indicadores obtidos nas campanhas de campo. Esses valores foram normalizados e enquadrados em três classes. O desempenho de cada serviço ecossistêmico foi obtido pela média dos escores dos indicadores. A valoração econômica foi efetuada para parâmetros que apresentaram dados suficientes aos métodos de valoração selecionados. Os métodos de valoração levaram em conta valores de mercado e a possibilidade de substituição. Foram realizados ajustes para obtenção de valor monetário dos serviços a gerar. O desempenho foi avaliado quanto à aplicabilidade, geração e manutenção de serviços ecossistêmicos, e valoração econômica desses mesmos serviços, classificando-se em: 1. insatisfatório; 2. regular; ou 3. satisfatório. Foi calculado, por fim, o índice de desempenho geral de cada solução, por meio da média dos componentes avaliados.

Os resultados da análise do desempenho da aplicabilidade das técnicas de RAD são apresentados na **Figura 4A**. O melhor desempenho nesse componente foi atingido pela guirlanda, porém a areia calcária também poderá ser uma boa alternativa de recuperação, desde que haja disponibilidade de material local. Com relação à geração de serviços ecossistêmicos na área em recuperação, observa-se que as soluções da guirlanda e do solo-retentor apresentaram desempenho regular, enquanto as demais apresentaram desempenho insatisfatório (**Figura 4B**). Por fim, no que se refere ao componente da valoração econômica dos serviços ecossistêmicos, observa-se, de uma forma geral, que as soluções de recuperação que utilizam estruturas de bioengenharia de solos apresentaram desempenho satisfatório (**Figura 4C**). A solução de recuperação que utiliza apenas areia calcária apresentou desempenho regular e a área testemunho apresentou desempenho insatisfatório. Acrescenta-se que, para o índice de desempenho geral, as quatro soluções de RAD apresentaram desempenho regular quando comparadas com a área testemunho, que teve desempenho insatisfatório (**Figura 4D**). Ressalta-se que cada solução apresenta aspectos favoráveis e desfavoráveis, bem como potencialidades de aplicação, os quais devem ser avaliados conforme os objetivos da RAD, que podem, inclusive, ser contextualizados no âmbito de AIA correspondente.

Dessa forma, nota-se que a análise por componente indicou que a areia calcária apresentou melhor desempenho em termos de aplicabilidade. As soluções denominadas de guirlanda e solo-retentor mostraram melhor desempenho quanto à geração e manutenção de serviços ecossistêmicos ou ambientais, e o solo-retentor apresentou melhor resultado quanto ao valor econômico dos serviços ecossistêmicos que podem ser gerados.

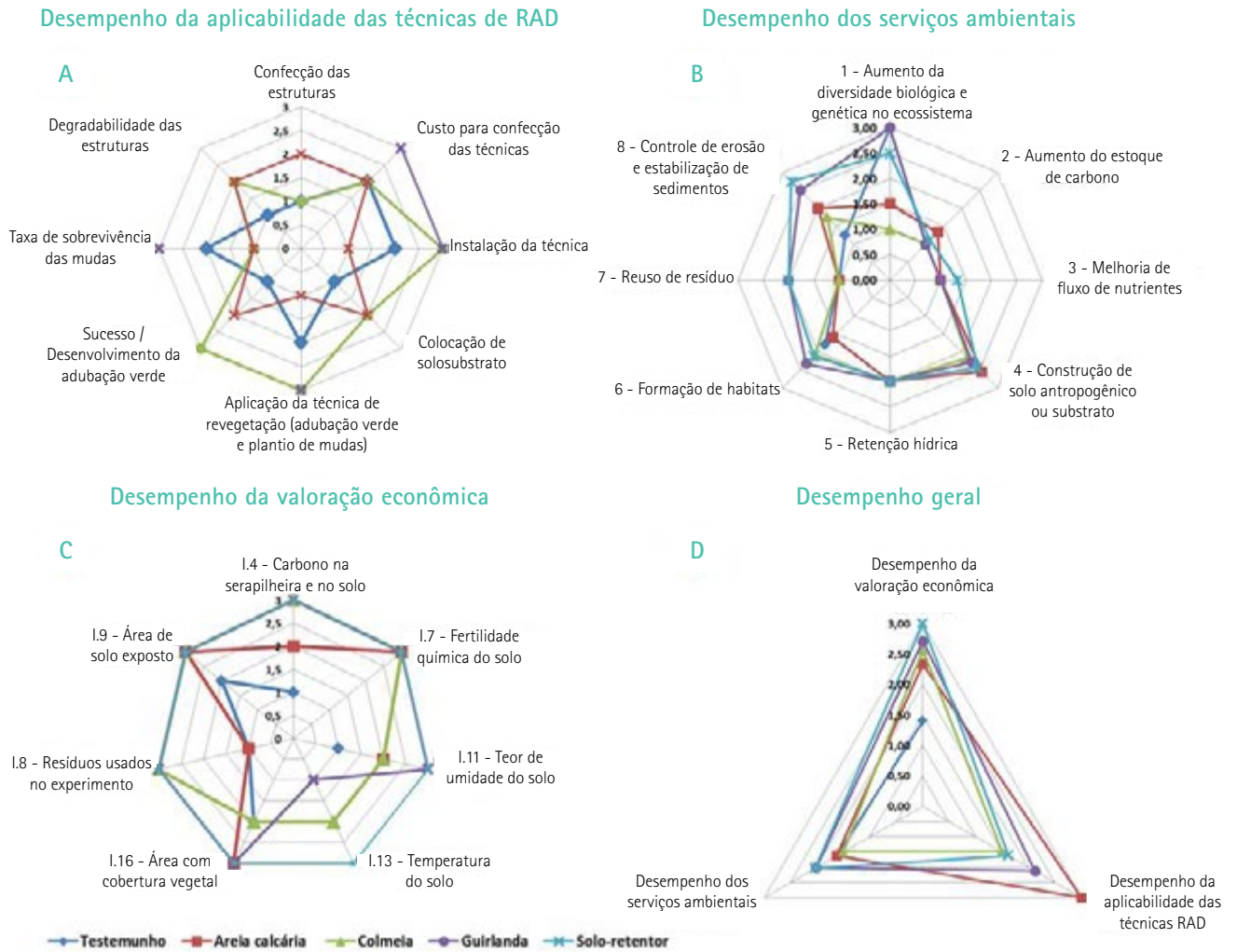
Quadro 1 – Serviços ambientais selecionados e respectivos indicadores e parâmetros

Serviço ambiental	Indicadores	Parâmetro
Aumento da diversidade biológica e genética no ecossistema	I.1 – Riqueza de espécies da fauna edáfica	Nº sp / tratamento
	I.2 – Riqueza de espécies da flora	Nº sp / tratamento
Aumento do estoque de carbono	I.3 – Carbono na biomassa vegetal	Quantidade de carbono na biomassa vegetal (g/amostra)
	I.4 – Carbono na serapilheira e no solo	Quantidade de carbono na serapilheira (g/amostra); Quantidade de carbono orgânico no solo (g/dm ³)
Melhoria de fluxo de nutrientes	I.5 – Matéria orgânica incorporada	Quantidade de matéria orgânica do solo (g/dm ³)
Construção de solo antropogênico ou substrato	I.6 – Agregação do solo *	DMG dos agregados
	I.7 – Fertilidade química do solo	pH (adimensional); K, Ca, Mg, Na, H+Al, Al, SB e CTC (mmolc/dm ³); P; S-SO ₄ e micronutrientes (mg/dm ³).
Retenção hídrica	I.8 – Teor de umidade do solo	Teor de umidade = $100 \times [(Mu - Ms) / Ms]$ (%)
Formação de habitats	I.9 – Temperatura do solo	Temperatura em graus Celsius (°C)
	I.10 – Teor de umidade do solo	Teor de umidade = $100 \times [(Mu - Ms) / Ms]$ (%)
	I.11 – Volume de serapilheira	Média do volume de serapilheira por área de cada tratamento (cm ³ /cm ²)
	I.12 – Área com cobertura vegetal	Área com cobertura vegetal de cada tratamento / área total do talude correspondente (%)
	I.13 – Grupos funcionais da vegetação *	Número de grupos funcionais (Nº / tratamento)
	I.14 – Grupos de fauna que utilizam a área em recuperação *	Número de grupos funcionais da fauna (Nº / tratamento)
Reuso de resíduo	I.15 – Resíduos usados	m ³ /m ² ; kg/m ² ; unid./m ²
Controle de erosão e estabilização de sedimentos	I.16 – Área de solo exposto	Área com substrato exposto de cada tratamento / área total do talude correspondente (%)
	I.17 – Ocorrência de feições erosivas *	Extensão da feição erosiva (m); área com feição erosiva (m ²)

(*) não foi objeto de valoração econômica

Fonte: elaborado pelos autores

Figura 4 – Desempenho das soluções quanto aos seguintes componentes: (A) Aplicabilidade das técnicas de RAD; (B) Serviços ecossistêmicos ou ambientais a gerar; (C) Valoração econômica dos serviços ecossistêmicos; (D) Desempenho geral das soluções instaladas



Fonte: Elaborado pelos autores com dados do Observatório Nacional (2018)

Nota: Erro máximo encontrado da ordem de 3 min e incerteza máxima da ordem de ± 2 min.

4 Conclusões

O projeto de pesquisa contemplou a abordagem de técnicas com vistas a potencializar os benefícios ambientais da RAD frente ao convencionalmente adotado em mineração. Para tal, propôs-se o desenvolvimento de soluções com base na associação entre técnicas de bioengenharia de solos e a geração e manutenção de serviços ecossistêmicos ou ambientais, que podem ser previstas em estudos de RAD para todas as fases de AIA. Três soluções foram desenvolvidas, sendo comparadas entre si e com situações que compreendem o tratamento com emprego de rejeito de beneficiamento do minério e área sem qualquer tipo de solução.

Nesse contexto, desenvolveu-se, ainda, abordagem apropriada para a identificação e seleção de serviços ecossistêmicos a serem considerados no monitoramento, além de avaliação integrada, segundo aplicabilidade das técnicas desenvolvidas, serviços ecossistêmicos potencialmente gerados e valoração econômica desses mesmos serviços. Essa abordagem tende a contribuir na demonstração dos benefícios ambientais que podem decorrer da RAD em mineração.

O projeto de pesquisa contemplou a abordagem de técnicas com vistas a potencializar os benefícios ambientais da RAD frente ao convencionalmente adotado em mineração. Para tal, propôs-se o desenvolvimento de soluções com base na associação entre técnicas de bioengenharia de solos e a geração e manutenção de serviços ecossistêmicos ou ambientais, que podem ser previstas em estudos de RAD para todas as fases de AIA. Três soluções foram desenvolvidas, sendo comparadas entre si e com situações que compreendem o tratamento com emprego de rejeito de beneficiamento do minério e área sem qualquer tipo de solução.

Nesse contexto, desenvolveu-se, ainda, abordagem apropriada para a identificação e seleção de serviços ecossistêmicos a serem considerados no monitoramento, além de avaliação integrada, segundo aplicabilidade das técnicas desenvolvidas, serviços ecossistêmicos potencialmente gerados e valoração econômica desses mesmos serviços. Essa abordagem tende a contribuir na demonstração dos benefícios ambientais que podem decorrer da RAD em mineração.

5 Agradecimentos

Registram-se os agradecimentos especiais à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) e à empresa VALE S.A., pelo apoio ao Projeto de Pesquisa "Recuperação de áreas degradadas de mineração associando técnicas de bioengenharia de solos com a geração e manutenção de serviços ambientais" (Processo FAPESP nº 10/51233-7); a Caio Pompeu Cavallieri e colegas do IPT e de instituições parceiras que colaboraram direta ou indiretamente na realização do referido Projeto; Amarilis Lucia Casteli Figueiredo Gallardo pela coordenação do projeto em sua fase inicial; Márcio Augusto Rabelo Nahuz (*in Memoriam*), pela inestimável contribuição ao desenvolvimento da pesquisa e pela coordenação do projeto em suas etapas intermediárias; e à Comissão Organizadora do 4º Congresso Brasileiro de Avaliação de Impacto (4º CBAI), realizado pela Associação Brasileira de Avaliação de Impacto, por autorizar a reprodução e divulgação do artigo publicado nos Anais do referido congresso.

6 Referências

BAKER, J.; SHEATE, W. R.; PHILLIPS, P.; EALES, R. Ecosystem services in environmental assessment—help or hindrance? **Environmental Impact Assessment Review**, v. 40, p. 3-13, 2013.

EVANS, D. M.; ZIPPER, C. E.; BURGER, J. A.; STRAHM, B. D.; VILLAMAGNA, A. M. Reforestation practice for enhancement of ecosystem services on a compacted surface mine: Path toward ecosystem recovery. **Ecological Engineering**, v. 51, p. 16-23, 2013.

GENELETTI, D. Assessing the impact of alternative land-use zoning policies on future ecosystem services. **Environmental Impact Assessment Review**, v. 40, p. 25-35, 2013.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Recuperação de áreas degradadas de mineração associando técnicas de bioengenharia de solos com a geração e manutenção de serviços ambientais**. São Paulo: IPT, 2016. 115 p. (Relatório Científico Final - Processo FAPESP nº 2010/51233-7).

JACOB, C.; VAISSIERE, A. C.; BAS, A.; CALVET, C. Investigating the inclusion of ecosystem services in biodiversity offsetting. **Ecosystem Services**, v. 21, p. 92-102, 2016.

KARJALAINEN, T. P.; MARTTUNEN, M.; SARKKI, S.; RYTKÖNEN, A. M. Integrating ecosystem services into environmental impact assessment: an analytic-deliberative approach. **Environmental Impact Assessment Review**, v. 40, p. 54-64, 2013.

LARONDELLE, N.; HAASE, D. Valuing post-mining landscapes using an ecosystem services approach: An example from Germany. **Ecological Indicators**, v. 18, p. 567-574, 2012.

LONGO, M. H. C. **Serviços ecossistêmicos e a atividade minerária: um estudo de caso no Vale do Ribeira, SP**. 2014. 107 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, São Paulo, Piracicaba, 2014.

LONGO, M. H. C.; RODRIGUES, R. R. Análise de serviços ecossistêmicos na Avaliação de Impacto Ambiental: proposta e aplicação em um empreendimento minerário. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 43, p. 103-125, 2017. (Edição Especial: Avaliação de Impacto Ambiental).

ROSA, J. C. S.; SÁNCHEZ, L. E. Advances and challenges of incorporating ecosystem services into impact assessment. **Journal of Environmental Management**, v. 180, p. 485-492, 2016.

ROSA, J. C. S.; SÁNCHEZ, L. E. Is the ecosystem service concept improving impact assessment? Evidence from recent international practice. **Environmental Impact Assessment Review**, v. 50, p. 134-142, 2015.

SOLERA, M. L.; GALLARDO, A. L. C. F.; SOUZA, C. A.; LONGO, M. H. C.; BRAGA, T. O. Bioengenharia de solos: aplicabilidade na recuperação de áreas mineradas e na oferta de serviços ambientais. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais (Online)**, v. 34, p. 46-59, 2014.

SOUZA, C. A.; GALLARDO, A. L. C. F.; SILVA, É. D. D.; MELLO, Y. C. D.; RIGHI, C. A.; SOLERA, M. L. Environmental services associated with the reclamation of areas degraded by mining: potential for payments for environmental services. **Ambiente & Sociedade**, v. 19, n. 2, p. 137-168, 2016.

TARDIEU, L.; ROUSSEL, S.; THOMPSON, J. D.; LABARRAQUE, D.; SALLES, J. M. Combining direct and indirect impacts to assess ecosystem service loss due to infrastructure construction. **Journal of Environmental Management**, v. 152, p. 145-157, 2015.

WILKER, J.; RUSCHE, K.; BENNING, A.; MACDONALD, M. A.; BLAEN, P. Applying ecosystem benefit valuation to inform quarry restoration planning. **Ecosystem Services**, v. 20, p. 44-55, 2016.



Habitação em Zona Especial de Interesse Social do tipo 4: estudo de caso em Capela do Socorro, São Paulo, SP

Social housing in type 4 Special Zone of Social Interest: case study in Capela do Socorro, São Paulo city

Yves Danillo Bocutti^{a/b}, Omar Yazbek Bitar^c

a Mestrado Profissional em Habitação: Planejamento e Tecnologia

b Prefeitura Municipal de São Paulo, SP, Brasil.

c Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil.

E-mail:

yves.danillo@yahoo.com.br
omar@ipt.br

Palavras-chave:

: zona especial de interesse social; habitação de interesse social; capela do socorro; mananciais.

Keywords:

special zone of social interest; social housing; capela do socorro; area of water source.

Resumo

Este artigo sintetiza resultados de pesquisa sobre condições de inserção urbana e habitabilidade em empreendimento de interesse social, objetivando analisar a qualidade de sua implantação em uma unidade territorial definida como Zona Especial de Interesse Social do tipo 4. Esse tipo de unidade se constitui em reserva para provisão habitacional de população removida de áreas de risco, e de obras de urbanização. Avaliou-se o caso de um empreendimento localizado em área de mananciais, na região de Capela do Socorro, São Paulo, SP. Para análise da inserção urbana, utilizou-se uma ferramenta de avaliação empregada em programa para moradia de âmbito federal. Com relação às condições de habitabilidade, consideraram-se parâmetros referentes a espaços mínimos estabelecidos no código de obras e edificações municipal e no código sanitário estadual, além de normas técnicas de acessibilidade e de desempenho em edificações. As análises efetuadas propiciaram concluir que, de maneira geral, tendo em vista os indicadores aplicados, o caso não atinge todos os padrões de qualidade recomendados para inserção urbana, mas as unidades habitacionais atendem referências legais e normativas, e mostram condições de habitabilidade aceitáveis aos moradores.

Abstract

This article synthesizes research results on urban insertion and habitability conditions in a housing building of social interest, aiming at analyzing the quality of its implementation in a territorial unit defined as a Special Zone of Social Interest type 4. This type of unit constituted a reserve of land for the housing provision for

its population removed from areas of geological hazard risk and urbanization works. A case of a social housing enterprise located in an area of water source, in Capela do Socorro region, São Paulo city, São Paulo State was evaluated. For the analysis of urban insertion, an evaluation tool applied in a federal housing program was used. Regarding the habitability conditions, parameters for minimum spaces of the municipal building code and the state sanitary code were considered, in addition to Brazilian technical standards of accessibility and performance of buildings. The carried out analyzes allowed concluding that, in general, considering the applied indicators, the case does not reach all the recommended quality standards for urban insertion, but the housing units meet legal and normative references, and show acceptable living conditions for the residents.

1 Introdução

Segundo dados apresentados em Fundação João Pinheiro (2013), o déficit de moradias na cidade de São Paulo no ano de 2010 era de aproximadamente 475 mil unidades. Desde o início da urbanização da cidade, as políticas habitacionais tem se mostrado insuficientes para atender a demanda populacional por moradia, sobretudo em relação às classes de baixa renda. Sem acesso formal a uma moradia adequada, muitas famílias passaram a se instalar em assentamentos precários, expondo-se a situações de despejo forçado e vivendo em edificações que, por vezes, se apresentam como insalubres e/ou localizadas em áreas de risco geológico.

Os assentamentos informais contribuíram para a expansão urbana na região do município de São Paulo, tendo como uma das principais consequências a implantação de moradias nas imediações de mananciais¹ de abastecimento público dos reservatórios Guarapiranga e Billings. Segundo Santoro, Ferrara e Whately (2008), a ocupação em áreas de mananciais ocorreu de forma veloz entre os anos de 1949 a 1962. As moradias instaladas, sem implantação da rede de infraestrutura para coleta de esgoto, lançaram efluentes domésticos não tratados que chegaram aos reservatórios, resultando na piora da qualidade da água para o abastecimento público.

¹ Mananciais são os corpos d'água superficiais e subterrâneos, como nascentes, aquíferos, rios, lagos, córregos, riachos, reservatórios e represas, definidos pela Lei Estadual nº 9.866/1997. Na Região Metropolitana de São Paulo (RMSP), as sub-bacias que compõem a Bacia Hidrográfica do Alto do Tietê (Cabeceiras; Cotia- Guarapiranga; Billings-Tamanduateí; Juqueri – Cantareira; Jusante Pinheiros – Pirapora; Penha – Pinheiros) são as principais fontes de abastecimento água para a população.

O Governo Estadual² elaborou leis para restringir a ocupação urbana em mananciais na década de 1970, com a promulgação da Legislação de Proteção dos Mananciais³. Segundo Alvim (2006) e Richards (2011), essas normas não foram suficientes para tratar o conflito entre a busca por moradia e a proteção ambiental, em que a restrição de ocupações formais e a fiscalização insuficiente produziram um efeito contrário, induzindo as ocupações informais. Na década de 1990, iniciaram as políticas de recuperação socioambiental, com a implementação do Programa de Saneamento Ambiental da Bacia do Guarapiranga (*Programa Guarapiranga*, que posteriormente foi ampliado e se tornou *Programa Mananciais*) em 1994 e foi criada uma Lei Estadual para proteção e recuperação de mananciais em 1997 (Lei Estadual nº 9.866), que define as Áreas de Proteção e Recuperação de Mananciais (APRM).

Após a edição do Estatuto da Cidade (Lei Federal nº 10.257/2001), que estabeleceu os instrumentos urbanísticos a serem aplicados no âmbito municipal, a Prefeitura Municipal de São Paulo (PMSP) elaborou o seu Plano Diretor Estratégico (PDE) no ano de 2002, e implementou o instrumento denominado Zona Especial de Interesse Social (ZEIS), com o objetivo de ampliar o acesso da população de mais baixa renda à terra urbanizada e a uma moradia adequada. Foram instituídos dois tipos de ZEIS: um com a finalidade de permitir a urbanização e regularização fundiária de assentamentos precários (definida por muitos autores como "ZEIS de áreas ocupadas"); e outro com o propósito de destinar terras vazias e subutilizadas para a provisão de Habitação de Interesse Social (HIS), definidas por muitos autores como "ZEIS de áreas vazias". Nos territórios demarcados como APRM, há a Zona Especial de Interesse Social 4 (ZEIS 4), cuja característica é de constituir-se como uma reserva de terra para a provisão de HIS para a população removida de áreas de risco, e de obras de urbanização executadas por ações governamentais, como o Programa Mananciais.

² A Constituição Federal (BRASIL, 1988) definiu a organização político-administrativa do país, que compreende a União, Estados, o Distrito Federal. Com relação a competência de elaboração de legislação, cabe à União legislar sobre normas gerais e elaborar planos nacionais e macrorregionais (exemplificados pela Política Nacional do Meio Ambiente e o Plano Nacional de Habitação); compete ao Estado legislar quanto à ordenação do território estadual em matérias exemplificadas como meio ambiente natural e cultural (Leis de que definem as Áreas de Proteção e Recuperação aos Mananciais e Planos de Desenvolvimento Regional e Metropolitano); e compete aos Municípios legislar sobre assuntos de interesse local (leis exemplificadas pelo Plano Diretor e Código de Obras).

³ Leis estaduais nº 898/1975 e nº 1.172/1976 segundo São Paulo (Estado) (1975;1976).

Nesse contexto, objetiva-se contribuir para o aprimoramento da implantação de empreendimentos de ZEIS 4 em região de mananciais, avaliando-se se resultaria em moradias com condições satisfatórias. Utiliza-se o caso do empreendimento habitacional denominado "América do Sul", localizado na subprefeitura de Capela do Socorro, município de São Paulo, SP, conforme abordado por Bocutti (2018) para as análises de inserção urbanística e condições de habitabilidade dos apartamentos. De acordo com dados da PMSP, Capela do Socorro é a segunda subprefeitura mais populosa do município⁴, com cerca de 90 % do seu território total de 134 km², situado em área de proteção aos mananciais dos reservatórios Guarapiranga e Billings.

2 Procedimento metodológico

Para a análise do tema, considerou-se a realização da pesquisa em duas partes, mediante aplicação de procedimentos metodológicos distintos, sobre inserção urbana e condições de habitabilidade.

2.1 Estudo sobre aspectos de inserção urbana

Para avaliação da inserção urbana, utilizou-se a "Ferramenta de Avaliação de Inserção Urbana para os empreendimentos de faixa 1, do Programa Minha Casa Minha Vida" de âmbito do governo federal, elaborado por Rolnik et al. (2014). A ferramenta é compartimentada em três temas, subdivididos em indicadores, conforme o **Quadro 1**. Com a aplicação dos parâmetros estabelecidos, o empreendimento é qualificado em cada indicador como *Bom, Aceitável ou Insuficiente*, sendo que, ao final, o conjunto habitacional é enquadrado também em uma dessas três classes⁵.

⁴ Dado disponível em São Paulo (Município) (2019).

⁵ Segundo Rolnik et al. (2014), o empreendimento habitacional, que possui um dos indicadores qualificados como "insuficiente", também possuirá a mesma qualificação. Se todos os indicadores forem qualificados dentro do padrão "aceitável", isto indicará que a implantação do empreendimento atende satisfatoriamente os padrões mínimos urbanísticos. Para ser qualificado como "bom", sete dos nove indicadores devem possuir a melhor qualificação possível dentre as disponíveis.

Quadro 1 – Temas e indicadores adotados na análise

Tema	Indicador	
	Tipo	Dados a obter
1 – Transportes	1 - Opções de Transporte	Quantidade de itinerários diferentes de transporte público acessíveis aos moradores.
	2 - Frequência de Transporte	Frequência e período de operação das linhas de transporte público identificadas.
2 – Ofertas de Equipamentos, Comércio e Serviços	3 - Usos Cotidianos	Existência de creches públicas, escolas públicas de ensino infantil, áreas livres para lazer e recreação, mercados de alimentos frescos.
	4 - Usos Eventuais	Existência de escola pública de ensino fundamental, ensino médio e/ou técnico, unidade de saúde com pronto atendimento, farmácia, área para práticas esportivas, supermercado, lotérica ou caixa eletrônico.
	5 - Usos Esporádicos	Existência de hospital público, centro público administrativo, instituição de ensino superior, banco.
3 – Desenho e Integração Urbana	6 - Relação com o Entorno	Porcentagem do perímetro do empreendimento ou dos empreendimentos contíguos, que é adjacente a um entorno efetivamente urbano.
	7 - Tamanho de Quadras	Média do perímetro das quadras do empreendimento ou conjunto de empreendimentos contíguos e de todas as quadras imediatamente adjacentes a ele(s)
	8 - Aberturas para o Espaço Público	Número de acessos de pedestres para 100 m de divisas entre as áreas privadas do empreendimento ou empreendimentos contíguos, e as vias públicas de circulação de pedestres.

Fonte: Rolnik et al.(2014)

Para o levantamento de dados foram utilizadas informações disponibilizadas pelo *site Google Maps*, sobre localização de diversos usos não residenciais. Dados referentes ao tema de transporte público foram obtidos com a empresa São Paulo Transporte (SPTRANS). Os dados foram situados em mapas analíticos (as imagens base foram obtidas pelo *software Google Earth* e posteriormente editadas), com uso de *software* computacional amplamente empregado em desenho técnico (*computer aided design – CAD*).

2.2 Estudo sobre condições de habitabilidade

Neste tema foram utilizados dados sobre dimensionamento mínimo presentes em legislação, como o Código de Obras e Edificações do Município de São Paulo e o Código Sanitário do Estado de São Paulo, além de normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) sobre desempenho de edificações habitacionais e acessibilidade de edificações. Também foram consideradas recomendações de instituições estaduais que atuam em habitação social, como o Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT) e a Companhia de Desenvolvimento Habitacional e Urbano do Estado de São Paulo (CDHU). Os dados foram comparados com as informações obtidas a partir da análise da planta tipo da unidade habitacional. O resultado gerou tabelas comparativas entre as dimensões mínimas estabelecidas pelas fontes citadas e as áreas dos apartamentos, assim como plantas de estudo, com uso de software computacional adotado para desenho técnico (*computer aided design* – CAD).

3 Resultados e discussão

Os resultados obtidos com a realização da pesquisa são apresentados e discutidos a seguir, considerando-se breve histórico das políticas habitacionais no País, as tipologias de ZEIS em São Paulo, as de ZEIS 4 na região de Capela do Socorro e o estudo de caso referente ao empreendimento denominado "América do Sul".

3.1 Breve histórico das políticas habitacionais

Até o final do século XIX, a economia brasileira era predominantemente agrária e a maior parte da população vivia em áreas rurais. Com o crescimento da urbanização, durante o período do século XX ocorrido até o final da década de 1920, a provisão habitacional para as classes de menor renda era realizada pela iniciativa privada, por meio da construção de moradias de aluguel e de vilas operárias pelas indústrias (SPINOLA, 2010). A industrialização e a crise econômica de 1929, (que acarretaram a redução da exportação do café, base na época da economia brasileira, bem como a oferta de trabalho no campo), resultaram no início de uma intensa e desordenada migração populacional para os centros urbanos.

Com aumento da migração rural-urbana na década de 1930, a produção habitacional passa a ser abordada como um problema de Estado. Dada a criação dos Institutos de Aposentadoria e Previdência (IAPs), em 1930, que começaram a atuar em habitação em 1937 (atendendo apenas os associados de cada categoria profissional), bem como da Fundação da Casa Popular (FCP), como primeiro órgão federal instituído com a finalidade de oferecer moradia popular para as classes de menor renda, em 1946, iniciaram as primeiras intervenções do Estado brasileiro na construção de habitações populares.

Na década de 1960, intensifica-se a industrialização e a urbanização no País, criando-se o Banco Nacional de Habitação (BNH) em 1964 e o Sistema Financeiro da Habitação (SFH) em 1966. Até 1986, o BNH financiou cerca de 4,5 milhões de unidades habitacionais. Contudo, apenas 1,5 milhão (33 %) foram destinados a setores populares e apenas 250 mil unidades a famílias com renda de até três salários mínimos, o que representou 5,9 % do total de moradias (AZEVEDO, 1988).

O período entre 1985 e 1995 foi caracterizado pela crise do SFH, dada a conjuntura macroeconômica do País. O BNH foi extinto em 1986 e incorporado à Caixa Econômica Federal (CEF). No período entre 1991 e 1995 ocorreu a paralisação total dos financiamentos com recursos do Fundo de Garantia por Tempo de Serviço (FGTS), por causa da liberação de contratos acima da capacidade ocorrida em 1990 (BOUNDUKI, 2008).

Na década de 1990 foram implementados os programas "Habitar Brasil" e "Morar Município", que contemplavam a construção de moradias, urbanização de favelas, produção de lotes urbanizados e melhorias habitacionais. No caso de construção de moradias ou melhorias habitacionais, as construções seguiam o método da autogestão, com assistência técnica viabilizada pelos governos municipal ou estadual (AZEVEDO, 2007, p. 20).

No início do século XXI, o Programa Minha Casa Minha Vida (PMCMV), desde a sua criação em 2009, tem sido o principal programa habitacional no País. A CEF é sua gestora operacional, sendo responsável pela análise das propostas de construção de empreendimentos apresentadas diretamente por empresas da construção civil. Aos governos municipais cabe principalmente a viabilização fundiária, após a adesão ao Programa junto à CEF e a indicação dos beneficiários. A principal inovação do Programa situa-se nas condições para o atendimento das famílias mais pobres, prevendo elevado subsídio para aquelas enquadradas na faixa 1 (renda de 0 a 3 salários mínimos).

3.2 Tipologias de Zona Especial de Interesse Social em São Paulo

A ZEIS é um instrumento de planejamento urbano que busca ampliar o acesso à moradia por meio do zoneamento. Com o Estatuto da Cidade, as ZEISs foram regulamentadas, passando a ser incluídas em legislações municipais, como planos diretores e leis de parcelamento, uso e ocupação do solo (LPUOS). Segundo Brasil (2009) as ZEISs são classificadas em duas tipologias: ZEIS de áreas ocupadas por assentamentos precários; e ZEIS de áreas vazias ou subutilizadas, com destinação para a produção de HIS.

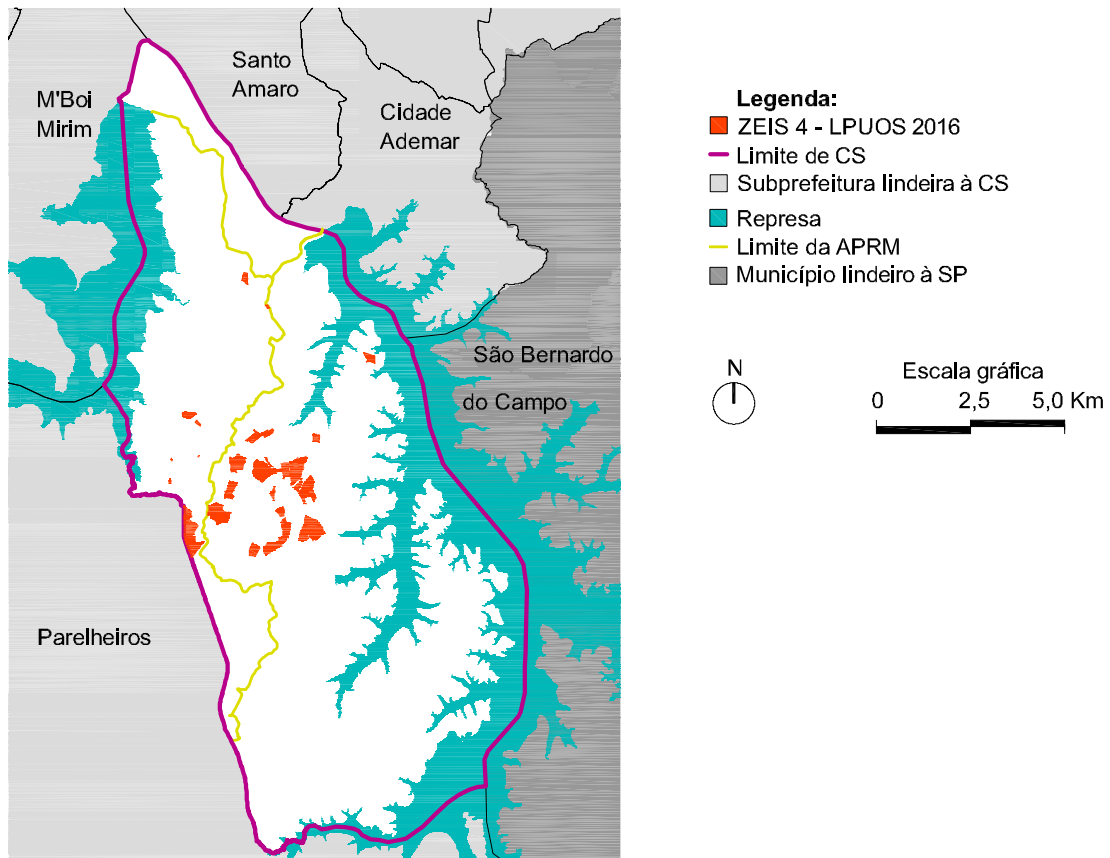
A criação de ZEISs no município de São Paulo ocorreu com a regulamentação do PDE de 2002 (Lei Municipal nº 13.430 SÃO PAULO (Município), 2002) e alterações na LPUOS (Lei Municipal nº 13.885/2004). Atualmente, as ZEISs do município foram revisadas com o PDE de 2014 (Lei Municipal nº 16.050/2014) e a LPUOS de 2016 (Lei Municipal nº 16.402/2016), esta última contendo a demarcação das ZEISs vigentes no município. No PDE de 2014 são definidas cinco categorias distintas deste zoneamento:

- a) ZEIS 1: extensões territoriais que contém favelas, loteamentos irregulares e/ou empreendimentos de HIS, buscando promover a regularização fundiária e urbanística, recuperação ambiental e produção de HIS (SÃO PAULO (Município), 2014);
- b) ZEIS 2: áreas como glebas, lotes não edificados ou subutilizados, adequados para a urbanização e a provisão de HIS (SÃO PAULO (Município), 2014);
- c) ZEIS 3: áreas com ocorrência de imóveis ociosos, subutilizados, não utilizados, encortiçados ou deteriorados, sendo localizados em regiões dotadas de serviços, equipamentos, infraestruturas urbanas e oferta de empregos, para a promoção de HIS (SÃO PAULO (Município), 2014);
- d) ZEIS 4: áreas como glebas ou lotes adequados a urbanização e edificação, situadas em APRM das bacias hidrográficas dos reservatórios de Guarapiranga e Billings, destinadas para o atendimento habitacional de famílias removidas de áreas de risco, de preservação permanente ou para o desadensamento de assentamentos populares motivados por plano de urbanização nas APRMs mencionadas (SÃO PAULO (Município), 2014); e
- e) ZEIS 5: lotes ou conjunto destes, preferencialmente vazios ou subutilizados, situados em áreas dotadas de equipamentos, serviços e infraestruturas urbanas, para a promoção pelo setor privado de Habitação de Mercado Popular e HIS (SÃO PAULO (Município), 2014).

3.3 Zona Especial de Interesse Social-4 em Capela do Socorro

As demarcações de ZEIS 4 na região de Capela do Socorro, ilustradas na **Figura 1**, estão em sua maioria no distrito do Grajaú, conforme indicado na **Tabela 1**.

Figura 1–Localização de ZEIS 4 no território de Capela do Socorro



Fonte: Elaborado a partir de São Paulo (Município) (2016)

Tabela 1– Distribuição das áreas de ZEIS 4 em distritos da subprefeitura de Capela do Socorro

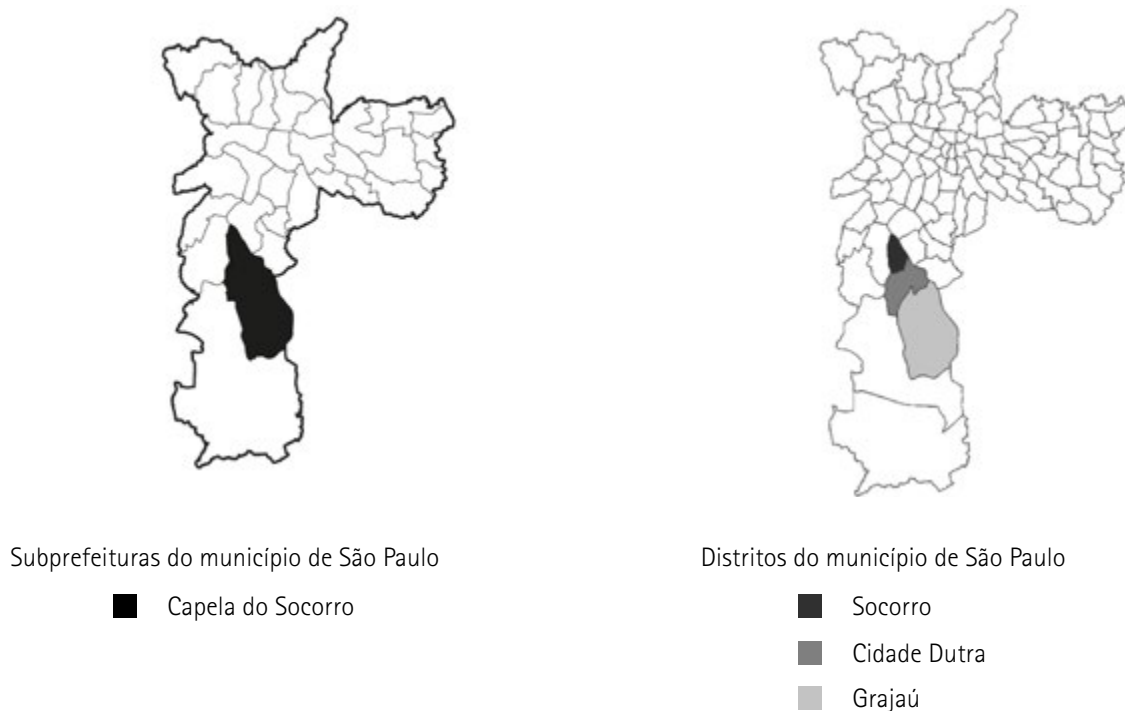
	Região	Área (Km ²)	Área (%)
Distritos	Cidade Dutra	0,09	0,4
	Grajaú	2,33	2,3
	Socorro	0,00	0,0
	Total (Capela do Socorro)	2,42	1,8
	Município de São Paulo	4,70	0,3

Fonte: elaborado a partir de Bocutti (2018), São Paulo (Município) (2016) e Figura 1

3.4 Estudo de caso: o empreendimento América do Sul

O Empreendimento América do Sul (EAS) localiza-se em ZEIS 4, distrito de Grajaú, subprefeitura de Capela do Socorro, município de São Paulo, conforme **Figuras 2 e 3**. Sua construção foi concluída no ano de 2017 e resultou em 1.188 apartamentos, que beneficiaram aproximadamente 4.700 pessoas. Os moradores são oriundos de remoções provocadas pelas obras de urbanização do Programa Mananciais em loteamentos irregulares, localizados nas proximidades dos reservatórios Guarapiranga e Billings. O EAS foi viabilizado por meio de recursos financeiros do PMCMV, na modalidade Fundo de Arrendamento Residencial (FAR), com custo de cerca de R\$ 180 milhões.

Figura 2 – Localização da subprefeitura de Capela do Socorro e dos distritos de Socorro, Cidade Dutra e Grajaú



Fonte: elaborado a partir de Bocutti (2018) e São Paulo (Município) (2017c)

Figura 3 – Localização do empreendimento "América do Sul"



- Subprefeitura de Capela do Socorro
- Localização do empreendimento "América do Sul"

Fonte: elaborado por Bocutti (2018) a partir do mapa disponibilizado por São Paulo (Município) (2017c)

3.4.1 Análise da inserção urbana do empreendimento

Tema 1 – Transporte

Avalia-se a relação do empreendimento com a rede de transporte público, por meio de dois indicadores. Para o Indicador 1 (*Opções de Transporte*) foram identificados inicialmente os pontos de acesso ao transporte público localizados a uma distância de até 1 km em percurso real a partir do empreendimento⁶. A partir destes foram identificadas as linhas de ônibus⁷ disponíveis no período entre 10 e 16 horas em dias úteis da semana. Com esses dados, foram quantificados os itinerários de transporte disponíveis para os moradores do EAS⁸. Conforme **Figura 4**, identificaram-se três itinerários e, considerando os parâmetros estabelecidos, o EAS obteve a qualificação de "Aceitável"⁹.

⁶ Para o cálculo do percurso real, foi considerado o centro poligonal do EAS.

⁷ Foram identificadas as linhas 6016-10, 6016-41, 6053-10, 6058-10 e 6084-10, conforme dados disponibilizados por São Paulo Transporte S/A (2017).

⁸ São considerados itinerários distintos quando as linhas de ônibus apresentarem entre si distância superior a 2 km em qualquer trecho (ROLNIK et al., 2014).

⁹ Rolnik et al. (2014, p. 72), para um empreendimento possuir a qualificação de "Bom" seria necessária a existência de quatro ou mais itinerários; Para "Aceitável" é necessário existir pelo menos três itinerários diferentes; "Insuficiente" quando há dois ou menos itinerários distintos.

Figura 4 – Transporte público disponível no entorno do empreendimento "América do Sul"



Itinerários de ônibus identificados (sem escala gráfica)

- Terminal de ônibus e estação de trem Grajaú
- Terminal de ônibus Varginha
- Terminal de ônibus e estação de trem Grajaú

Fonte: mapa elaborado a partir de Bocutti (2018), São Paulo Transporte S/A (2017), Google (2017) e São Paulo (Município) (2017c). Imagem aérea de base conforme Google (2016)

Para o Indicador 2 (*Frequência do Transporte*) analisaram-se as linhas de ônibus identificadas no *Indicador 1*¹⁰ e os parâmetros de qualificação estabelecidos¹¹. Os resultados estão contidos no **Quadro 2**. Como as opções de transporte estão qualificadas como Aceitáveis, o EAS mostra a mesma qualificação neste indicador.

Quadro 2 – Frequência das linhas de transporte público do EAS

Linhas	Frequência (min)	Período de frequência	Qualificação Parcial
6016-10	12	(03:40 – 01:50) 22h10	Aceitável
6016-41	12	(03:50 – 00:00) 20h10	Aceitável
6053-10	20	(04:00 – 00:20) 20h20	Aceitável
6058-10	12	(04:10 – 00:30) 20h20	Aceitável
6084-10	12	(04:10 – 01:40) 21h30	Aceitável

Fonte: elaborado por Bocutti (2018) com base em São Paulo Transporte (2017)

Nota: foi considerada a frequência em dias úteis no intervalo de tempo entre 10 e 16h.

Tema 2 – Ofertas de equipamentos, comércio e serviços

Busca-se avaliar a disponibilidade de usos não residenciais (UNR) para os moradores do empreendimento, desde que a localização e o acesso por transportes públicos estejam em conformidade com os padrões urbanísticos considerados aceitáveis. É dividido em três escalas/indicadores: *usos cotidianos*, *usos eventuais* e *usos esporádicos*, sendo os usos classificados como *Obrigatórios e Complementares*.

O Indicador 3 (*usos cotidianos*) avalia a existência de UNR localizados a uma distância máxima de 15 minutos a pé (equivalente a 1.000 m) ao empreendimento. Considerando o levantamento realizado (**Figura 5**) e os parâmetros de qualificação definidos¹², o EAS não contempla todos os usos que seriam obrigatórios a uma distância adequada, atribuindo-se então a qualificação *Insuficiente*.

¹⁰ Vide Figura 4.

¹¹ Os parâmetros de qualificação são: Bom, quando a frequência do transporte é o intervalo de até 10 minutos, com a operação de 24 h. Aceitável quando o intervalo de frequência é entre 11 a 20 minutos, com o período de operação de no mínimo 17 h/dia. Insuficiente quando as opções de transporte possuem o intervalo de frequência superior a 20 minutos e com o período de operação inferior a 17 h/dia (ROLNIK et al., 2014, p. 75).

¹² Os parâmetros de qualificação são: Bom, quando todos os usos obrigatórios e complementares estão disponíveis. Aceitável quando todos os usos obrigatórios estão disponíveis e existem pelo menos 4 dos usos complementares. Insuficiente quando não há oferta de todos os usos obrigatórios e/ou há menos de 4 usos complementares (ROLNIK et al., 2014, p. 75).

Figura 5 – Usos cotidianos disponíveis para os moradores do empreendimento “América do Sul”



Legenda:

- | | |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> ■ América do Sul <p>Usos Obrigatórios:</p> <ul style="list-style-type: none"> ① Creche pública ② Escola pública de Educação Infantil ③ Área livre para recreação e lazer ④ Mercado, quitanda, hortifruti ou feira-livre <p>Distâncias:</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Uso localizado até 1 km de caminhada ○ Uso localizado a mais de 1 km de caminhada --- Percurso realizado em até 1km de caminhada --- Percurso realizado a mais de 1 km de caminhada | <ul style="list-style-type: none"> ■ Centro poligonal do empreendimento <p>Usos Complementares:</p> <ul style="list-style-type: none"> ⑤ Açougue ⑥ Padaria ⑦ Farmácia ⑧ Restaurante (pizzaria, lanchonete) ⑨ Salão de beleza ⑩ Academia ⑪ Lotérica ou caixa eletrônico ⑫ Assistência técnica e reparação ⑬ Loja de material de construção |
|---|--|

Fonte: mapa elaborado a partir de Bocutti (2018), Google (2017) e São Paulo (Município) (2017c). Imagem aérea de base conforme Google (2016)

O Indicador 4 (*usos eventuais*) examina a oferta de UNR utilizados eventualmente ou cotidianamente pelos moradores do EAS¹³, desde que localizados a uma distância máxima de 20 minutos de percurso a pé ou 30 minutos com a utilização de transporte público. Considerando o levantamento realizado (**Figura 6**) e os parâmetros de qualificação para o indicador definidos¹⁴, o EAS possui todos os usos que seriam obrigatórios e dez dentre os treze usos considerados como complementares, resultando a qualificação *Aceitável*.

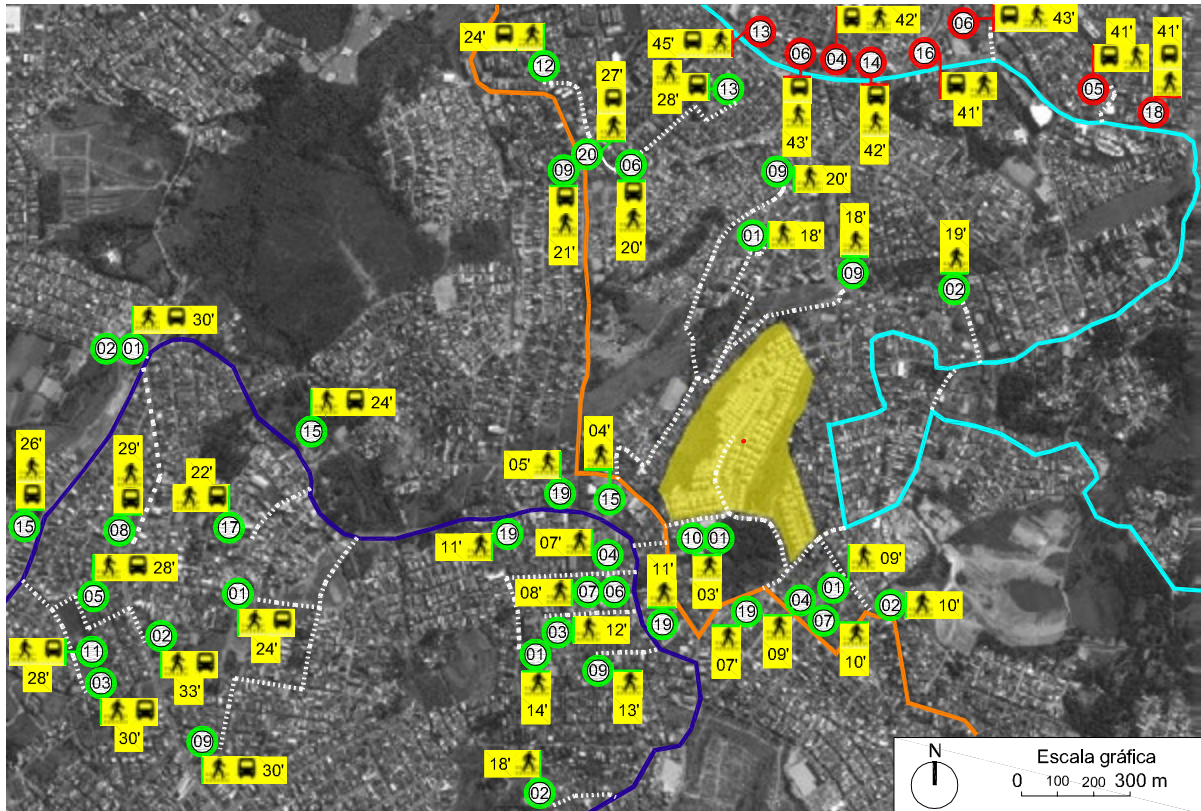
O Indicador 5 (*Usos Esporádicos*) avalia a existência de UNR não utilizados cotidianamente, mas fundamentais para a qualidade de vida dos moradores do empreendimento, desde que acessíveis em tempo máximo de 1 h, utilizando transporte público. Considerando o levantamento realizado (**Figura 7**) e os parâmetros de qualificação para o indicador definidos¹⁵, o EAS possui todos os usos que seriam obrigatórios e complementares, obtendo-se a qualificação neste indicador de *Bom*.

¹³ Nesse indicador também são considerados alguns usos cotidianos, mas destinados para um público de jovens e adultos, permitindo assim deslocamentos mais longos e com a utilização de transporte público

¹⁴ Os parâmetros de qualificação são: Bom, quando todos os usos obrigatórios e complementares estão disponíveis. Aceitável quando todos os usos obrigatórios estão disponíveis e existem pelo menos sete dos usos complementares. Insuficiente quando não há oferta de todos os usos obrigatórios e/ou há menos de sete usos complementares (ROLNIK et al., 2014, p. 84).

¹⁵ Os parâmetros de qualificação são: Bom, quando todos os usos obrigatórios e complementares estão disponíveis. Aceitável quando todos os usos obrigatórios estão disponíveis e existem pelo menos três dos usos complementares. Insuficiente quando não há oferta de todos os usos obrigatórios e/ou há menos de três usos complementares (ROLNIK et al., 2014, p. 86).

Figura 6 – Usos eventuais disponíveis para os moradores do empreendimento "América do Sul"



Legenda:

América do Sul

Usos Obrigatórios:

- 01 Escola pública de Ensino Fundamental
- 02 Escola públ.de Ensino Médio e/ou Técnico
- 03 Unid.de saúde com pronto atendimento
- 04 Farmácia
- 05 Área para prática esportiva
- 06 Supermercado
- 07 Lotérica ou caixa eletrônico

Outros:

- Itinerário de ônibus
- Percurso realizado a pé
- Acesso realizado por ônibus
- Acesso realizado a pé
- Tempo do trajeto

Centro poligonal do empreendimento

Usos Complementares:

- 08 Instituição de Ensino Superior
- 09 Centro de Referência de Assistência Social
- 10 Biblioteca pública
- 11 Delegacia
- 12 Centro médico ou clínica especializada
- 13 Loja de vestuários, de calçados etc.
- 14 Loja de eletroeletrônicos, mobiliários etc.
- 15 Restaurante
- 16 Banco
- 17 Escritório ou consultório
- 18 Livraria ou papelaria
- 19 Assistência técnica e reparação
- 20 Escola de línguas, de informática

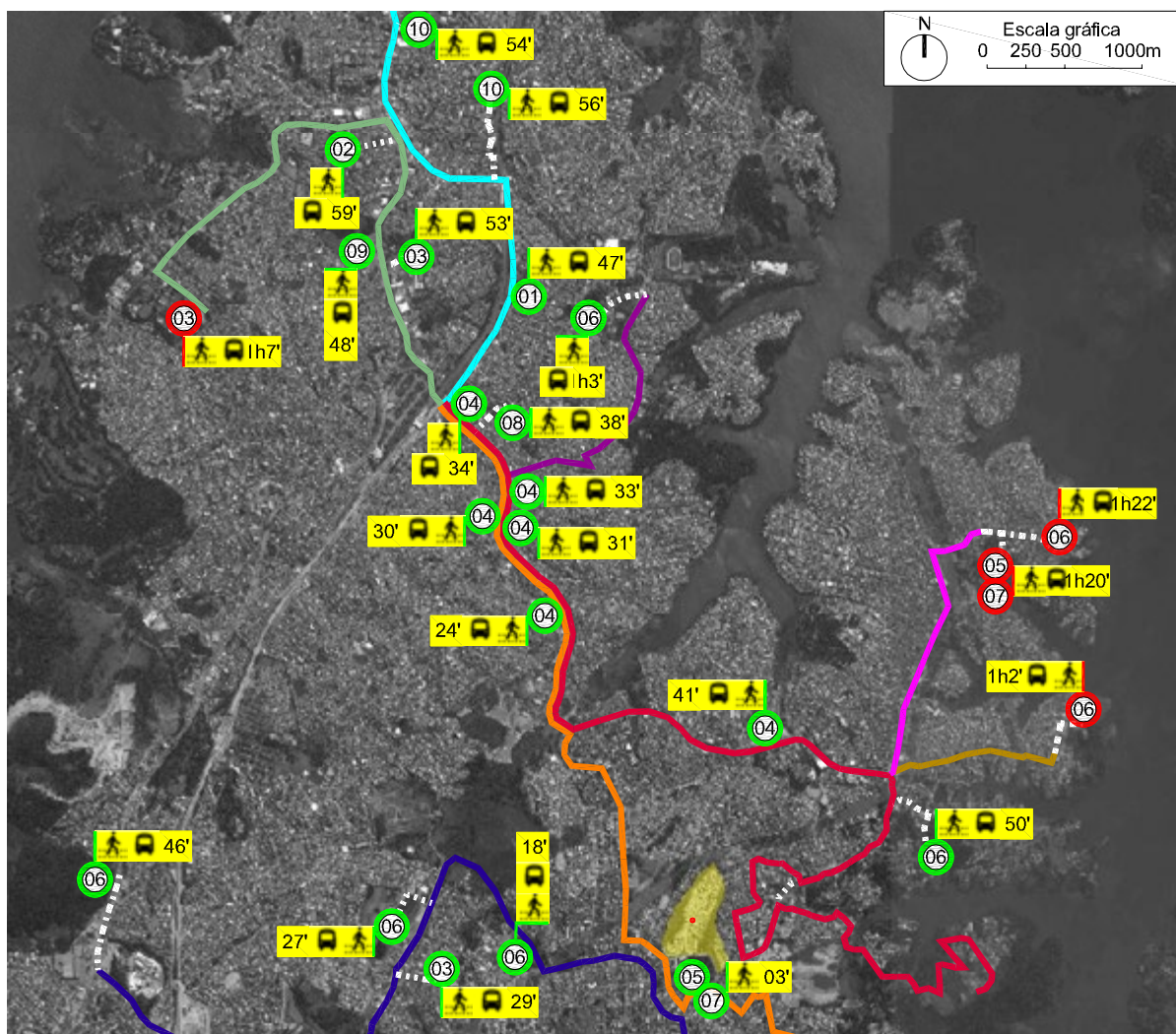
Distâncias:

○ Uso localizado até 20' de caminhada ou mais 30' de transporte público

○ Uso localizado a mais 20' de caminhada ou mais de 30' de transporte público

Fonte: mapa elaborado a partir de Bocutti (2018), Google (2017) e São Paulo Município (2017c). Imagem aérea de base conforme Google (2016)

Figura 7 – Usos esporádicos disponíveis para os moradores do empreendimento “América do Sul”



Legenda:

- | | |
|---|---|
| América do Sul | Centro poligonal do empreendimento |
| Usos Obrigatórios: | |
| ① Hospital Público | Linhas de ônibus: |
| ② Centro público administrativo (Subprefeitura) | 6016-10 6030-10 6074-10 6115-10 |
| ③ Instituição de Ensino Superior | 6016-41 6053-10 6084-10 675R-10 |
| ④ Banco | Distâncias e trajetos: |
| Usos Complementares: | |
| ⑤ Cinema | Uso localizado até 60' de caminhada e transporte público |
| ⑥ Parque Urbano | Uso localizado a mais 60' de caminhada e transporte público |
| ⑦ Teatro | Percurso realizado a pé |
| ⑧ Museu ou centro cultural | Acesso realizado por ônibus |
| ⑨ Hipermercado | Acesso realizado a pé |
| ⑩ Cartório | Tempo do trajeto |

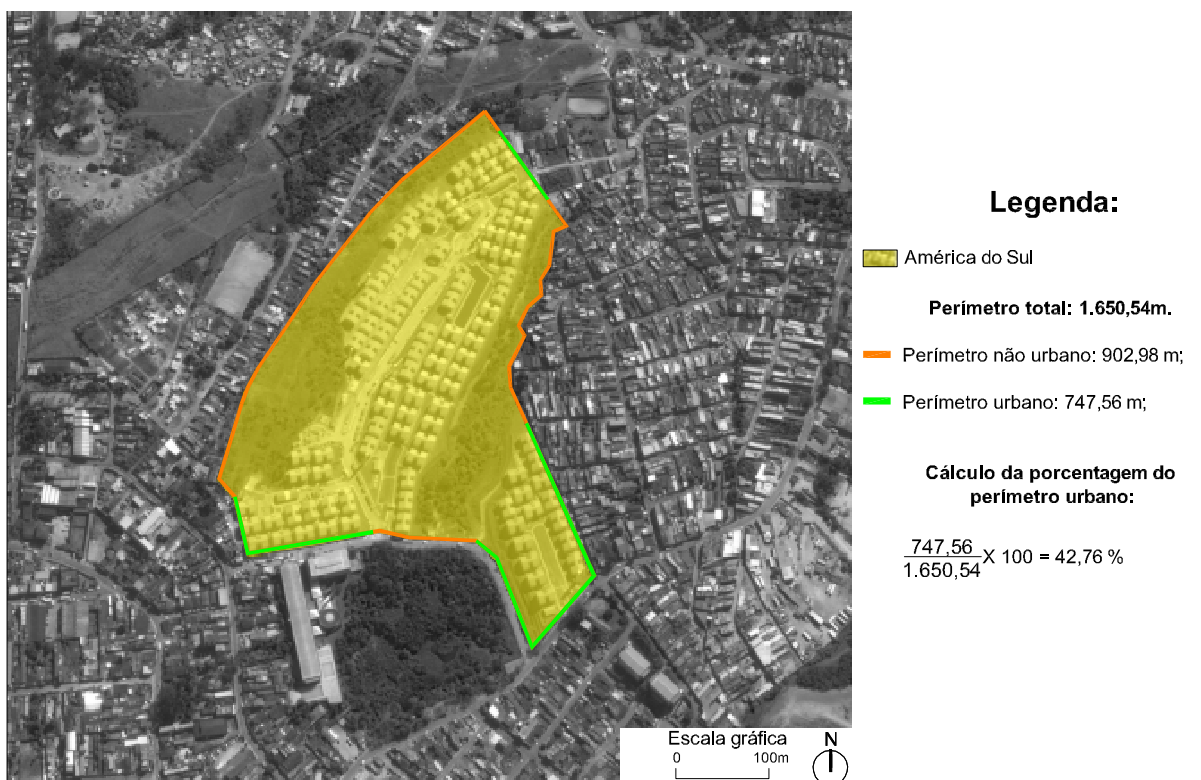
Fonte: mapa elaborado a partir de Bocutti (2018), Google (2017) e São Paulo Município (2017c). Imagem aérea de base conforme Google (2016)

Tema 3 – Desenho e integração urbana

Este tema é utilizado para avaliar o desenho urbano e a integração do empreendimento com seu entorno, em que, quando satisfatório, proporcionará espaços públicos bem articulados, ativos e seguros. O tema é dividido em quatro indicadores, discutidos na sequência.

O indicador 6 (*relação com o entorno*) avalia a relação do empreendimento com seu entorno imediato, onde moradias, conectadas fisicamente e funcionalmente à cidade e a um entorno efetivamente urbano (quadras vizinhas com edificações e/ou equipamentos), possuem espaços públicos agradáveis e seguros. Conforme o parâmetro de qualificação¹⁶ e o estudo contido na **Figura 8**, o EAS possui cerca de 42,76 % de entorno com perímetro urbano, sendo qualificado como *Aceitável*.

Figura 8 – Relação do empreendimento “América do Sul” com o entorno

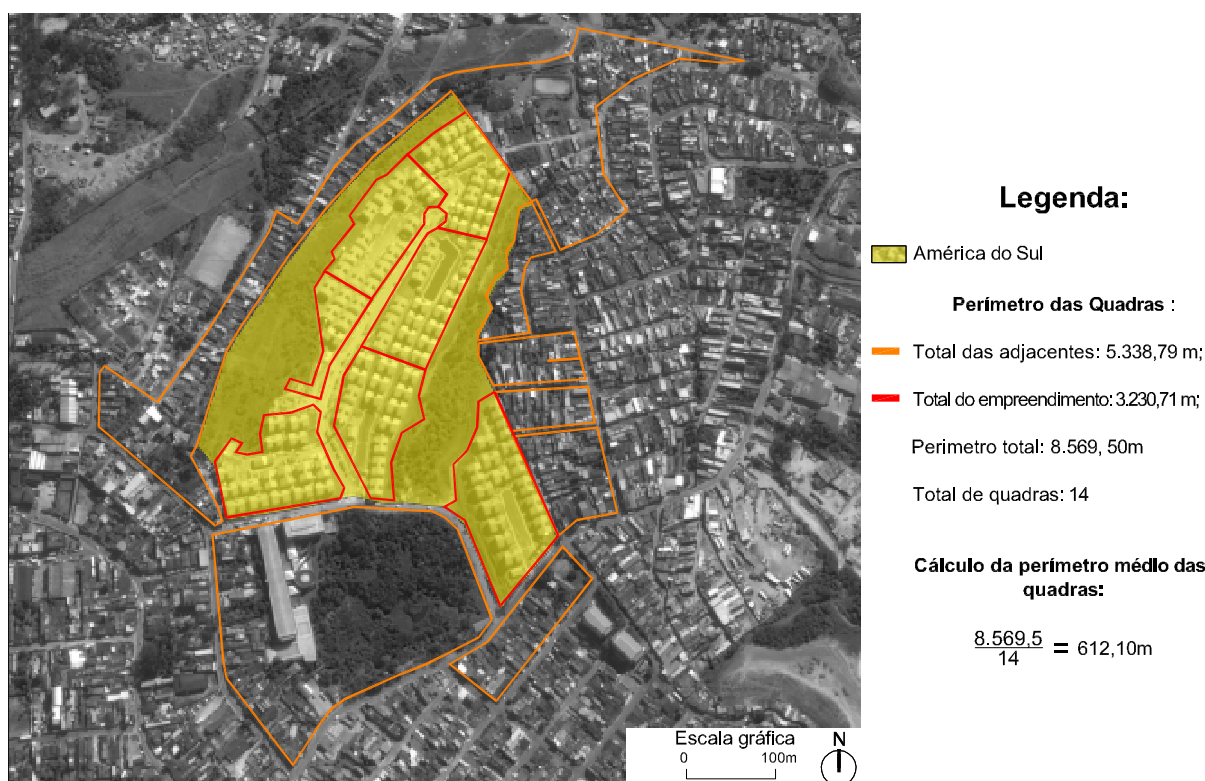


Fonte: mapa elaborado a partir de Bocutti (2018), Google (2017) e São Paulo (Município) (2017c). Imagem aérea de base conforme Google (2016)

¹⁶ Os parâmetros de qualificação são: Bom, quando 100% do perímetro é urbano. Aceitável quando 40% ou mais do perímetro é urbano. Insuficiente quando menos de 40% do entorno do perímetro é urbano (ROLNIK et al., 2014, p. 91).

O indicador 7 (*Tamanho das quadras*) visa avaliar as dimensões das quadras no interior e no entorno do empreendimento, onde uma vez atendidos os padrões aceitáveis de desenho urbano, proporcionará caminhos variados, curtos e diretos aos pedestres. O método de análise considera as dimensões médias de perímetro das quadras do empreendimento, assim como daquelas adjacentes¹⁷. O estudo para o EAS está contido na **Figura 9**, que averiguou que o perímetro médio das quadras é de 612,10 m e, segundo os parâmetros de qualificação definidos¹⁸, essa condição seria *Aceitável*.

Figura 9 – Tamanho das quadras do empreendimento “América do Sul” e adjacentes



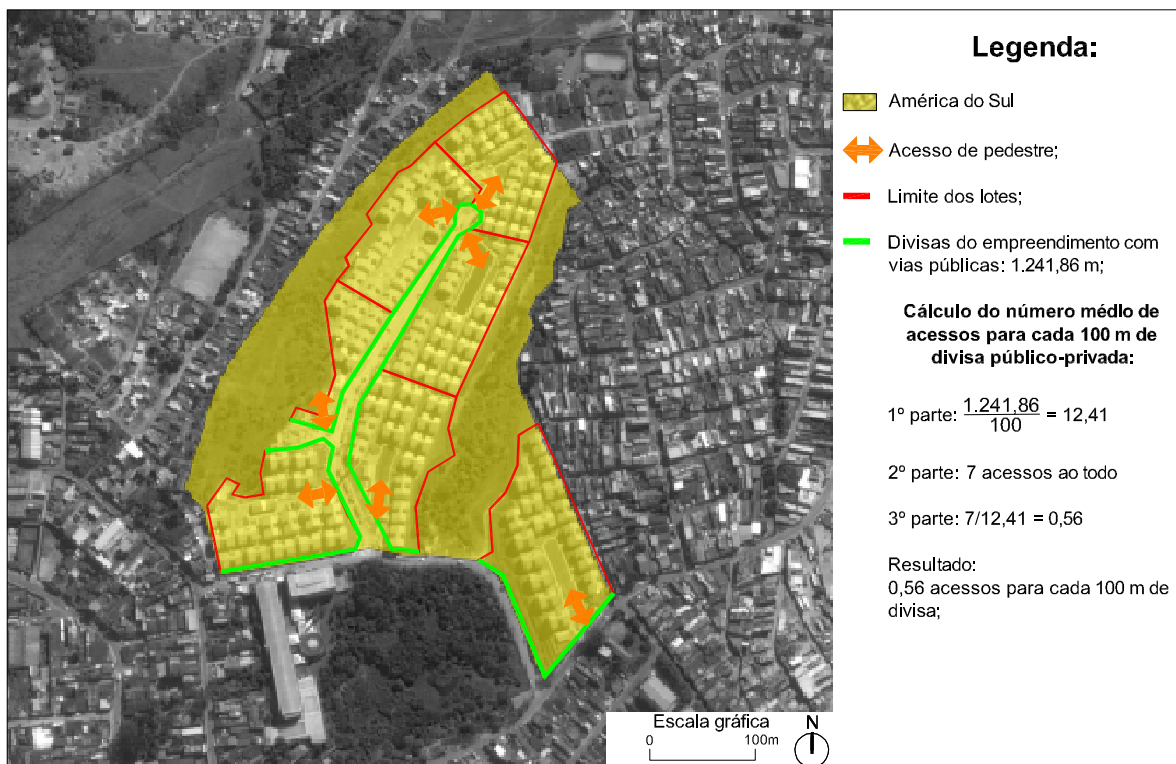
Fonte: mapa elaborado a partir de Bocutti (2018), Google (2017) e São Paulo (Município) (2017c). Imagem aérea de base conforme Google (2016)

¹⁷ Para o estudo, foi realizada a divisão do perímetro total das quadras com o número total destas. Para o levantamento das quadras adjacentes, foram consideradas aquelas formadas por logradouros oficiais da PMSP.

¹⁸ Os parâmetros de qualificação são: Bom, quando o tamanho médio das quadras é de 500 m. Aceitável quando o tamanho médio está entre 500 a 800 m. Insuficiente quando o tamanho médio das quadras é superior a 800 m (ROLNIK et al., 2014, p. 95).

O indicador 8 (*Aberturas para o espaço público*) objetiva avaliar se há uma quantidade adequada de acessos de pedestres para os moradores do empreendimento a partir de áreas públicas. Quando adequado, proporcionaria o aumento da segurança dos transeuntes no espaço público. O método de análise considera a quantificação da média de acessos de pedestres para cada 100 m de divisa público-privada. O resultado do estudo está contido na **Figura 10**, que indicou que há 0,56 entradas a cada 100 m e, segundo os parâmetros definidos¹⁹, o EAS possui a qualificação de *Insuficiente*.

Figura 10 – Aberturas para o espaço público empreendimento “América do Sul”



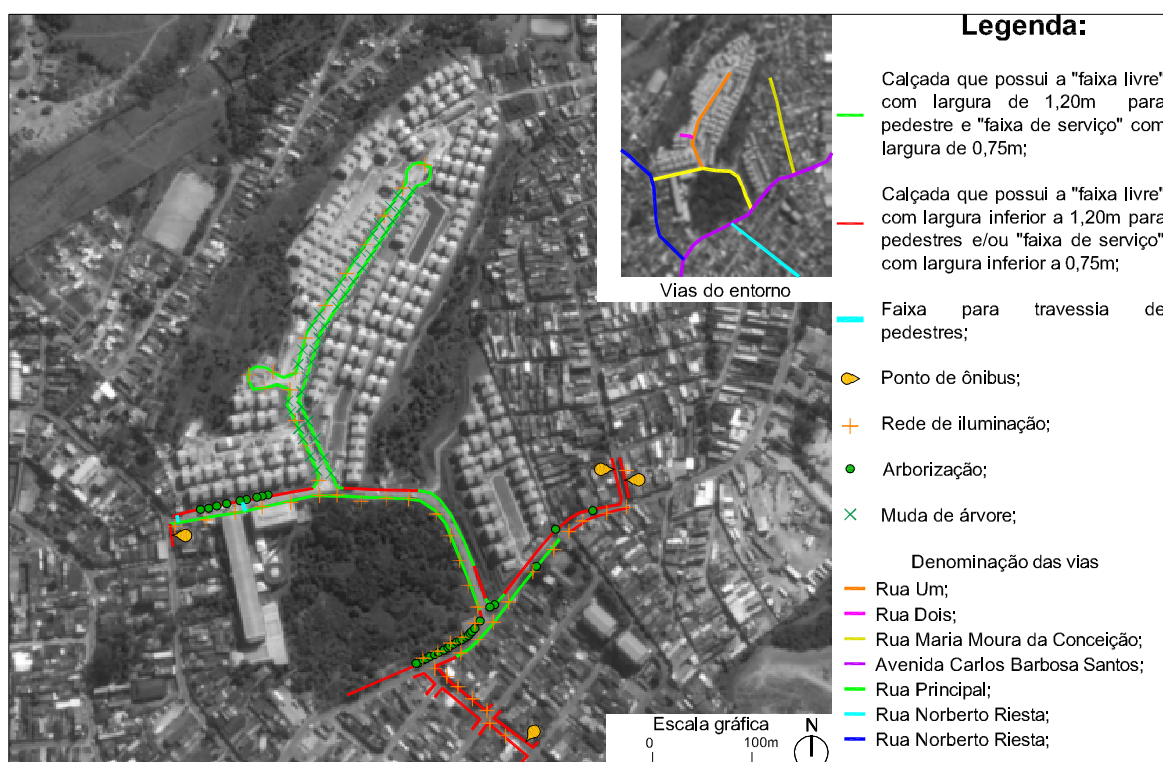
Fonte: mapa elaborado a partir de Bocutti (2018), Google (2017) e São Paulo (Município) (2017c). Imagem aérea de base conforme Google (2016)

O nono e último indicador (*Rede de circulação de pedestres*) busca avaliar os caminhos disponíveis (calçadas, travessias, passagens e pontos de acesso ao transporte) para os pedestres quanto ao atendimento dos padrões mínimos de acessibilidade, proporcionando aos transeuntes um ambiente seguro e confortável. Deve-se considerar o percurso entre o empreendimento habitacional e os pontos de acesso ao transporte público mais próximos, avaliando se é uma rede de circulação

¹⁹ Os parâmetros de qualificação são (considerando a quantidade de aberturas a cada 100 m da divisa de áreas públicas e privadas): Bom, quando há quatro ou mais aberturas; Aceitável quando há duas ou três aberturas; Insuficiente quando inferior a duas aberturas (ROLNIK et al., 2014, p. 98).

"completa", que atenda o dimensionamento mínimo²⁰ e abrigue uma rede de iluminação ao longo do percurso, e que tenha uma arborização que permita caminhos sombreados. Conforme levantamento realizado (Figura 11) e os parâmetros definidos²¹, embora a iluminação pública seja suficiente e que haja arborização, há trechos do passeio até o transporte público que não possuem a largura mínima, acarretando a qualificação de *Insuficiente*.

Figura 11 – Rede de circulação de pedestres do empreendimento "América do Sul" com o entorno



Fonte: mapa elaborado a partir de Bocutti (2018), Google (2017), São Paulo (Município) (2017c), São Paulo (Município) (2019) e levantamento in loco realizado em 1 nov. 2017. Imagem aérea de base conforme Google (2016)

²⁰ A calçada deveria ser composta das "faixas de uso" (faixas livre e de serviço) com dimensões adequadas. Rolnik et al. (2014) indicam que a faixa livre (espaço desobstruído e livre de circulação) deve ter a largura mínima de 1,20 m e a faixa de serviço (destinada para alocar postes, sinalizações, vegetações e mobiliários) a dimensão mínima de 0,75 m. As medidas estão em conformidade com dimensões mínimas definidas pela Norma Brasileira de Acessibilidade (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2015) e a Lei Municipal nº15.442 (SÃO PAULO (Município), 2011).

²¹ Os parâmetros de qualificação são: Bom, quando todos os elementos do passeio estão em conformidade com o definido até os pontos de acesso ao transporte público e usos não residenciais considerados como obrigatórios no indicador 3; Aceitável quando todos os elementos do passeio estão em conformidade com o definido até os pontos de acesso ao transporte público identificados no indicador 1. Insuficiente quando há trechos não completos (que não atendem os padrões definidos) até os pontos de acesso ao transporte público (ROLNIK et al., 2014, p. 101).

Enfim, a avaliação da inserção urbana do EAS resultou nas seguintes qualificações (**Quadro 3**).

Quadro 3 – Qualificações dos indicadores da ferramenta de avaliação de Inserção Urbana aplicada ao EAS

Temas	Indicadores	Qualificação Parcial
1 – Transportes	1 – Opções de Transporte	Aceitável
	2 – Frequência do Transporte	Aceitável
2 – Ofertas de Equipamentos, Comércio e Serviços	3 – Usos Cotidianos	Insuficiente
	4 – Usos Eventuais	Aceitável
	5 – Usos Esporádicos	Bom
	6 – Relação com o entorno	Aceitável
3 – Desenho e Integração Urbana	7 – Tamanho das quadras	Aceitável
	8 – Aberturas para o espaço público	Insuficiente
	9 – Rede de circulação de pedestre	Insuficiente

Fonte: elaborado a partir de Bocutti (2018) e Rolnik et al. (2014)

Dado que os indicadores “Usos Cotidianos”, “Aberturas para espaços públicos” e “Rede de circulação de pedestres” definidos²² mostram a qualificação de “Insuficiente”, considera-se que o EAS não estaria de acordo com todos os padrões de qualidade para inserção urbana recomendados.

3.4.2 Análise das condições de habitabilidade

As UHs do EAS são compostas de dois dormitórios, sala de estar, banheiro, cozinha e área de serviço em uma de área de aproximadamente 47 m² (área útil de 43,23 m²), conforme especificados na **Figura 12** e **Tabela 2**. O sistema estrutural dos edifícios consiste na utilização de blocos de concreto autoportante, utilizados como vedação externa do edifício e na divisão dos ambientes dos apartamentos.

²²Segundo os autores da ferramenta, a qualificação de um único indicador como “insuficiente” demonstra que o empreendimento não atende aos requisitos mínimos de inserção urbana. Se o empreendimento estiver ainda na fase de projeto, devem ser revistos os elementos que levaram o conjunto de HIS a ter uma qualificação negativa (ROLNIK et al., 2014, p. 68).

Figura 12 – Planta da unidade habitacional do empreendimento América do Sul



Fonte: Projeto arquitetônico de autoria de "Emccamp Residencial S/A". Desenho elaborado por Bocutti (2018) a partir da planta fornecida pela Secretaria Municipal de Habitação de São Paulo em entrevista realizada em 12 jul. 2017

Tabela 2 – Áreas dos ambientes da UH do Empreendimento América do Sul

Ambiente	Áreas (m ²)
Área de serviço	2,94
Banho	3,44
Circulação	1,76
Cozinha	4,18
Quarto 1	10,06
Quarto 2	9,15
Sala	11,70
Área útil total	43,23

Fonte: Cálculo efetuado a partir de Bocutti (2018) a partir das informações contidas na Figura 12

O Código de Obras e Edificações (COE) do Município de São Paulo possui a indicação de metragem mínima apenas para dois ambientes (sala de estar e quartos). Para os demais, é necessário que os compartimentos contenham a projeção de um círculo, estabelecendo assim uma largura mínima do ambiente. A **Tabela 3** contém a análise dos ambientes considerando as especificações do COE.

Tabela 3 – Características dos ambientes da UH do Empreendimento América do Sul

Ambiente	Código de Obras e Edificações		Situação do ambiente da UH
	Área (m ²)	Conter círculo de diâmetro (m)	
Área de serviço	-	0,90	Conforme
Banho	-	0,90	Conforme
Circulação	-	0,90	Conforme
Cozinha	-	1,50	Conforme
Quartos	5,00	2,00	Conforme
Sala	5,00	2,00	Conforme

Fonte: Elaborado pelos autores com dados da Lei Municipal nº 16.642 de São Paulo (Município) (2017a) e Decreto Municipal nº 57.776 (SÃO PAULO (Município) (2017b)

As recomendações de habitabilidade contidas no Código Sanitário do Estado de São Paulo e as referências difundidas pela CDHU e estudos do IPT, utilizam como indicadores as áreas mínimas por ambiente. Os ambientes da UH do EAS estão em conformidade com os parâmetros indicados pelo Código Sanitário de São Paulo. As áreas dos ambientes "sala" e "cozinha" não estão compatíveis com os parâmetros recomendados em Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (1988) e Companhia de Desenvolvimento Habitacional e Urbano (2008). As metragens referenciais e as análises comparativas estão indicadas na **Tabela 4**.

Tabela 4 – Áreas dos ambientes da UH do Empreendimento América do Sul em metros quadrados

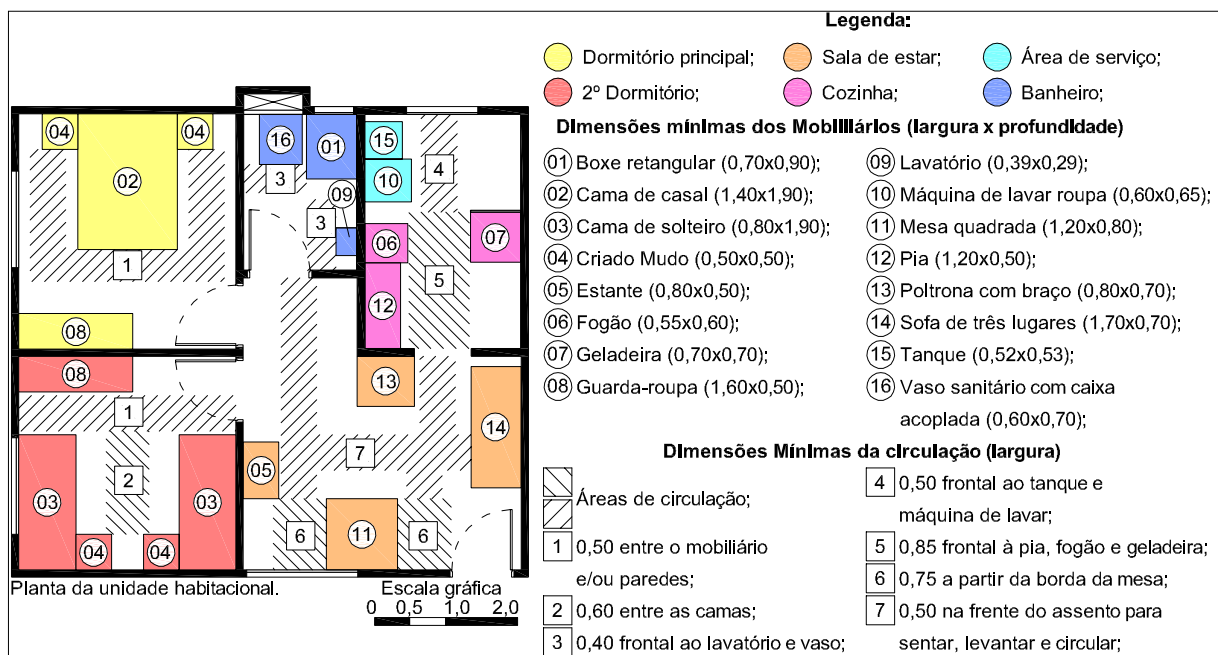
Ambiente	Código Sanitário de São Paulo (m ²)	Instituto de Pesquisas Tecnológicas (m ²)	Companhia de Desenvolvimento Habitacional e Urbano (m ²)
Área de serviço	----- (a)	----- (b)	2,80
Banho	2,00	2,50 a 3,00	2,80
Circulação	----- (c)	1,5 a 3	----- (d)
Cozinha	4,00	10,00 a 12,00	5,00
Quarto 1	8,00	9,00 a 11,00	9,00
Quarto 2	6,00	8,00 a 9,00	8,00
Sala	8,00	12,00 a 14,00	12,50

Fonte: elaborado por Bocutti (2018) a partir dos dados do Decreto Estadual nº 12.342 de São Paulo (Estado) (1978); Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (1988) e Companhia de Desenvolvimento Habitacional e Urbano (2008)

Notas: (a) Mesmo não havendo uma indicação de área mínima no Código Sanitário de São Paulo, a área de serviço é um ambiente considerado necessário para compor uma habitação; (b) O Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo não define uma área mínima para a área de serviços, mas indica a necessidade de sua existência mesmo que não seja um espaço fechado; (c) O Código Sanitário de São Paulo não define a área mínima para circulação em uma UH, mas no caso de unidades autônomas residenciais, as áreas de circulação devem possuir no mínimo 0,90 m de largura; (d) A CDHU recomenda que área de circulação interna horizontal dos apartamentos não ultrapasse a 5 % da área útil total da UH. Considerando as demais áreas mínimas dos ambientes, a área destinada à circulação deve ser de no máximo 2,11 m².

As especificações mínimas contidas na NBR 15.575-1/2013 e na legislação do PMCMV não utiliza como parâmetro a metragem mínima por ambiente, e sim que estes contenham uma circulação mínima e mobiliários fundamentais para o uso do ambiente. Conforme a **Figura 13**, todos os ambientes atendem o exigido.

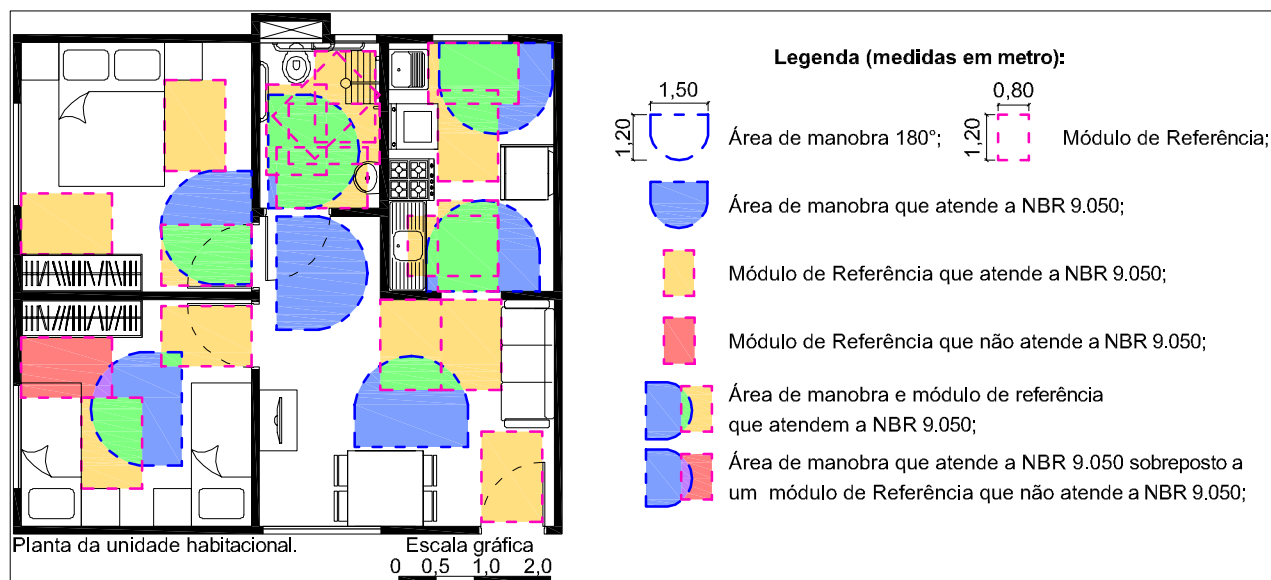
Figura 13 – Análise da habitabilidade da UH conforme NBR 15.575-1/2013



Fonte: projeto arquitetônico de autoria de "Emccamp Residencial S/A". Desenho elaborado a partir de Bocutti (2018) e planta fornecida pela Secretaria Municipal de Habitação de São Paulo em entrevista realizada em 12 jul. 2017. Dimensões mínimas indicadas na legenda tem como referência a norma NBR 15.575-1/2013, anexo F da Associação Brasileira de Normas Técnicas (2013)

Para a análise da acessibilidade das UHs para deficientes físicos, foram utilizados os parâmetros estabelecidos pela NBR 9.050/2015. No estudo, foi utilizado o mobiliário necessário para a UH, conforme a NBR 15.575/2013, e que segundo o PMCMV, os apartamentos devem ser habitados por quatro pessoas. A análise está contida na **Figura 14**. Com isso, o quarto menor possui espaço insuficiente defronte ao guarda-roupa para abrigar a projeção do módulo de referência. Com isso, a UH do EAS com um morador usuário de cadeiras de rodas pode ser habitada (considerando as especificações aqui estudadas) por três pessoas.

Figura 14 – Análise da acessibilidade da UH do "América do Sul" conforme NBR 9.050/2015



Fonte: projeto arquitetônico de autoria de "Emccamp Residencial S/A". Desenho elaborado a partir de Bocutti (2018) e planta fornecida pela Secretaria Municipal de Habitação de São Paulo e divulgação da planta do apartamento acessível em evento público de divulgação do empreendimento 23 set. 2014. Dimensões mínimas indicadas na legenda tem como referência a norma NBR 9.050/2015 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (2015)

4 Conclusões

As ferramentas selecionadas para análise das condições de inserção urbana e de habitabilidade se mostraram adequadas, e a pesquisa executada propiciou obter as seguintes conclusões gerais em relação ao estudo de caso, apresentadas de acordo com as duas vertentes de análise consideradas:

- quanto às condições de inserção urbana, constatou-se que os indicadores sobre as opções e a frequência em relação ao transporte público no estudo de caso foram considerados aceitáveis. No que se refere à oferta de equipamentos, comércios e serviços, observa-se que a oferta de usos cotidianos se mostrou insuficiente, enquanto as opções de usos eventuais se apresentaram como aceitáveis e o acesso a usos esporádicos resultou como sendo de boa qualidade. Quanto ao desenho e à integração urbana, a relação com o entorno e o tamanho das quadras se mostraram aceitáveis, mas as aberturas para o espaço público e a rede de circulação de pedestres apresentaram condições insuficientes. Portanto, de uma maneira geral, o resultado da avaliação indica que o empreendimento estaria em desacordo com alguns dos padrões de qualidade de inserção urbana recomendados;

- quanto às condições de habitabilidade, constatou-se que as unidades do empreendimento analisado no estudo de caso se mostraram em conformidade com o previsto no código de obras e edificações municipal e no código sanitário estadual, bem como em relação à norma técnica brasileira de desempenho. Contudo, as dimensões dos ambientes "sala" e "cozinha" apresentam incompatibilidades com os parâmetros recomendados por instituições técnicas de pesquisa e de planejamento e projeto e, ainda, os apartamentos destinados a pessoas com necessidades especiais não se enquadram nos limites de ocupação estabelecidos em norma técnica brasileira de acessibilidade. Não obstante, de modo geral, o resultado da avaliação indica que as unidades habitacionais propiciam condições aceitáveis aos moradores.

Recomenda-se a realização de estudos complementares no sentido de aprimorar os processos e indicadores de avaliação, como a elaboração da avaliação pós-ocupação junto aos moradores do empreendimento, de modo a identificar eventuais questões adicionais às consideradas no presente estudo. Exemplo disso poderia versar sobre aspectos construtivos e espaciais, como no estudo de conforto acústico e térmico das unidades habitacionais, assim como, na avaliação sob o ponto de vista dos moradores para identificação das condições de moradia de famílias com número superior a quatro pessoas. Os resultados dessas novas análises, uma vez somados aos obtidos no presente estudo, poderiam contribuir para melhorar o planejamento das edificações destinadas à habitação de interesse social em áreas de mananciais, tendo em vista as ZEIS 4, reservadas para provisão habitacional de população removida de áreas de risco e de obras de urbanização.

5 Referências

ALVIM, A. A. T. B. A Contribuição do Comitê do Alto Tietê à Gestão da Bacia Metropolitana entre 1994 e 2002. **Revista do Programa de Pós Graduação em Arquitetura e Urbanismo da FAU/USP**, São Paulo, v. 19, p. 26- 44, 2006.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9.050**: Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos. Comitê Brasileiro de Acessibilidade: ABNT, 2015. 162 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15.575-1**: Edificações Habitacionais – Desempenho – Parte 1: Requisitos Gerais. Rio de Janeiro, 2013. 71 p.

AZEVEDO, S. Vinte e dois anos de política habitacional (1964-86): criação, trajetória e extinção do BNH. **Revista de Administração Pública**, Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, v. 22, n. 4, p. 107-120, out./dez. 1988.

AZEVEDO, S. Desafios da habitação popular no Brasil: políticas recentes e tendências. In: CARDOSO, A. L. (Coord.). **Habitação social nas metrópoles brasileiras: uma avaliação das políticas habitacionais em Belém, Belo Horizonte, Porto Alegre, Recife, Rio de Janeiro e São Paulo no final do século XX**. Porto Alegre: ANTAC, 2007. p. 13-41.

BOCUTTI, Y. D. **Habitação social em ZEIS 4: o caso de Capela do Socorro, Município de São Paulo, SP**. 2018. 196 f. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, São Paulo, 2018.

BONDUKI, N. Política habitacional e inclusão social no Brasil: revisão histórica e novas perspectivas no governo Lula. **Revista Eletrônica de Arquitetura e Urbanismo**, São Paulo, n. 1, p. 70-104, 2008.

BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF. 5 out. 1988.

BRASIL. Ministério das Cidades. **Como delimitar e regulamentar Zonas Especiais de Interesse Social (ZEIS de vazios urbanos)**. Brasília: Ministério das Cidades, 2009.

COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO HABITACIONAL E URBANO. **Manual Técnico de Projetos**. 2. ed. São Paulo: CDHU, 2008. 231 p.

FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. Centro de Estatística e Informações. **Déficit habitacional municipal no Brasil 2010**. Belo Horizonte: FJP, 2013. 92 p.

GOOGLE. Google Earth. Version 9.2.55.2. 2016. **Mapado Empreendimento Residencial América do Sul**. Disponível em: <<https://earth.google.com/web/@-23.76534076,-46.67862043,777.78775574a,1456.66984382d,35y,0h,0t,0r>> Acesso em: 30 nov. 2016. Data da imagem de 16 ago. 2016.

GOOGLE. **Serviço de pesquisa e visualização de mapas e imagens de satélite da Terra**. 2017. Disponível em: <<https://www.google.com.br/maps>>. Acesso em: 01 fev. 2017.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Manual de tipologias de projeto e de racionalização das intervenções por ajuda-mútua**. São Paulo: IPT, 1988.

RICHARDS, D. L. **Regularização de assentamentos precários em área de mananciais: avanços, desafios e perspectivas para a cidade de São Paulo (1997- 2010)**. 2011. 279 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, 2011.

ROLNIK, R.; ROYER, L. O.; PEREIRA, A. L. S.; ACCIOLY, F.; IACOVINI, R.; NISIDA, V.; ROSSI, L. G. A.; LOPES, A. P. O. **Ferramentas para avaliação da inserção urbana dos empreendimentos do MCMV**. Brasília: MCTI, 2014. 140 p. (Relatório de Pesquisa MCTI/CNPq/MCIDADES nº 11/2012).

SANTORO, P. F.; FERRARA, L. N.; WHATELY, M. (Org.). **Mananciais diagnóstico e políticas habitacionais**. São Paulo: Instituto Socioambiental, 2008. 128 p.

SÃO PAULO (Estado). Lei nº 898 de 18 de dezembro de 1975. Disciplina o uso de solo para a proteção dos mananciais, cursos e reservatórios de água e demais recursos hídricos de interesse da Região Metropolitana da Grande São Paulo e dá providências correlatas. **Diário Oficial do Estado de São Paulo**, São Paulo, 18 dez. 1975.

SÃO PAULO (Estado). Lei nº 1.172 de 17 de novembro de 1976. Delimita as áreas de proteção relativas aos mananciais, cursos e reservatórios de água, a que se refere o artigo 2.º da Lei n.º 898, de 18 de dezembro de 1975, estabelece normas de restrição de uso do solo em tais áreas e dá providências correlatas. **Diário Oficial do Estado de São Paulo**, São Paulo, 17 nov. 1976.

SÃO PAULO (Estado). Decreto nº 12.342 de 27 de setembro de 1978. Aprova o Regulamento a que se refere o artigo 22 do Decreto-Lei 211, de 30 de março de 1970, que dispõe sobre normas de promoção, preservação e recuperação da saúde no campo de competência da Secretaria de Estado da Saúde. **Diário Oficial do Estado de São Paulo**, São Paulo, 17 set. 1978.

SÃO PAULO (Município). Lei nº 13.430, de 13 de setembro de 2002. Plano Diretor Estratégico. **Diário Oficial da Cidade de São Paulo**, São Paulo, SP, 13 set. 2002.

SÃO PAULO (Município). Lei nº 15.442, de 9 de setembro de 2011. Dispõe sobre a limpeza de imóveis, o fechamento de terrenos não edificados e a construção e manutenção de passeios, bem como cria o Disque-Calçadas: revoga as Leis nº 10.508, de 4 de maio de 1988, e nº 12.993, de 24 de maio de 2000, o art. 167 e o correspondente item constante do Anexo VI da Lei nº 13.478, de 30 de dezembro de 2002. **Diário Oficial da Cidade de São Paulo**, São Paulo, SP, 9 set. 2011.

SÃO PAULO (Município). Lei nº 16.050, de 31 de julho de 2014. Aprova a Política de Desenvolvimento Urbano e o Plano Diretor Estratégico do Município de São Paulo e revoga a Lei nº 13.430/2002. **Diário Oficial da Cidade de São Paulo**, São Paulo, SP, 31 jul. 2014.

SÃO PAULO (Município). Lei nº 16.402, de 22 de março de 2016. Disciplina o parcelamento, o uso e a ocupação do solo no Município de São Paulo, de acordo com a Lei nº 16.050, de 31 de julho de 2014 - Plano Diretor Estratégico (PDE). **Diário Oficial da Cidade de São Paulo**, SP, 23 mar. 2016.

SÃO PAULO (Município). Lei nº 16.642, de 9 de maio de 2017. Aprova o Código de Obras e Edificações do Município de São Paulo; introduz alterações nas Leis nº 15.150, de 6 de maio de 2010, e nº 15.764, de 27 de maio de 2013. **Diário Oficial da Cidade de São Paulo**, São Paulo, SP, 09 maio 2017a.

SÃO PAULO (Município). Decreto nº 57.776, de 7 de julho de 2017. Regulamenta a Lei nº 16.642, de 9 de maio de 2017, que aprovou o Código de Obras e Edificações do Município de São Paulo; define os membros da Comissão de Edificações e Uso do Solo - CEUSO. **Diário Oficial da Cidade de São Paulo**, São Paulo, SP, 07 jul. 2017b.

SÃO PAULO (Município). Secretaria Municipal das Prefeituras Regionais. **Mapa da Cidade**. 2017c. Disponível em: <<http://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/regionais/subprefeituras/mapa/index.php?p=14894>>. Acesso em: 01 fev. 2017.

SÃO PAULO TRANSPORTE. **Sistema de consulta de itinerários de ônibus da cidade de São Paulo**. 2017. Disponível em: <<http://www.sptrans.com.br/itinerarios>>. Acesso em 01 fev. 2017.

SÃO PAULO (Município). **População Recenseada, Taxas de Crescimento Populacional e Densidade Demográfica Município de São Paulo, Subprefeituras e Distritos Municipais 1980, 1991, 2000 e 2010**. Disponível em: <https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/urbanismo/infocidade/htmls/7_populacao_recenseadataxas_de_crescimento_1980_10745.html>. Acesso em: 22 ago. 2019.

SPINOLA, R. M. G. **ZEIS: o Interesse Social das Zonas Especiais para a habitação popular, aplicadas ao município de Santos/SP**. 2010. 200 f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Engenharia e Planejamento Urbano, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.



Microscopia óptica de cálculos urinários: estudo de caso

Optical microscopy of urinary stones: case study

Eduardo Brandau Quitete^a, Natasha da Silveira Pinto^b, Priscila Rodrigues Melo Leal^a, Jilson Cardoso^a, Fabiano Chotoli^a

^a Laboratório de Materiais de Construção Civil, Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo S.A., São Paulo-SP, Brasil.

^b Geóloga. Fundação de Apoio ao IPT, São Paulo-SP, Brasil.

E-mail: quitete@ipt.br

Palavras-chave:
cálculo renal; microscopia óptica; uricita; whewellita.

Keywords:
urinary stone; optical microscopy, uricite, whewellite.

Resumo

Cálculo urinário, comumente chamado de "pedra de rim", é uma pequena massa sólida formada por minúsculos cristais. O objetivo deste trabalho foi aplicar o método de microscopia ótica de luz transmitida polarizada, com o intuito de descrever e analisar fragmentos de cálculo urinário, comparando os resultados com o método de difratometria de raios X. Ambas as análises identificaram predomínio de whewellita associada à presença de quantidade relevante de uricita. A descrição textural apresentada pela microscopia ótica indicou a ocorrência de três eventos de cristalização e possibilitou a correlação com as possíveis causas da formação de cálculo, permitindo ao urologista e nutricionista reverem a dieta do paciente, a fim de evitar a recorrência de cálculo. Concluiu-se, então, que a microscopia ótica é uma importante ferramenta na caracterização mineralógica e textural de cálculos urinários, podendo auxiliar no diagnóstico e profilaxia de recorrências.

Abstract

Urinary stones, commonly called "kidney stone", is a small solid mass made up of tiny crystals. The objective of this work was to apply the polarized transmitted light microscopy method to describe and to analyze urinary stone fragments, comparing the results with the X-ray diffraction method. Both analyses identified whewellite predominance associated with the presence of relevant amount of uricite. The textural description, presented by optical microscopy, indicated the occurrence of three crystallization events and allowed the correlation with the possible causes of stone formation, allowing the urologist and the nutritionist to review the patient's diet in order to avoid recurrence of stone formation. It is concluded that optical microscopy, together with X-ray diffraction, is an important tool in the mineralogical and textural characterization of urinary stones and may be useful for the diagnosis and recurrence prophylaxis.

1 Introdução

Cálculo urinário, comumente chamado de "pedra de rim", é uma pequena massa sólida formada por cristais micrométricos a milimétricos. O cálculo pode ser encontrado tanto nos rins quanto em qualquer outro órgão do sistema urinário. Segundo Mendes (2014), estima-se que 14,8 % da população mundial sofre com litíase urinária, a patologia associada à presença de cálculo renal.

A composição, tamanho, forma e arranjo dos cristais dependem das anomalias químicas presentes na urina (ALELIGN; PETROS, 2018). Tais anomalias podem ser causadas por infecções, defeitos genéticos e medicamentos, dentre outros efeitos adversos. Segundo Türk et al. (2018) e Alelign e Petros (2018), aspectos mineralógicos estão diretamente relacionados à gênese do cálculo e permitem classificá-los em 5 grupos, conforme **Quadro 1**.

Quadro 1 – Causas, classificação mineralógica e ocorrência de cristais de cálculo renal

Causa	Grupo mineralógico (e exemplos)	Ocorrência
Infecciosa ou outras	cálcicas (whewellita, weddelita)	80 %
	fosfáticas (struvita, brushita)	(10 a 15) %
	ácido úrico (uricita)	(3 a 10) %
Genética	cistina	< 2 %
Medicamentosa	variável	1 %

Fonte: adaptado de Türk et al. (2018) e Alelign e Petros (2018)

Durante o período de 1991 a 1996, o Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT) emitiu diversos relatórios de ensaio de análise de cálculo urinário, produto de uma parceria com o Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo.

Uma vez que a ocorrência de internações por litíase urinária aumentou cerca de 69 % nos últimos anos (GATTI et al., 2013), o Laboratório de Materiais de Construção Civil (LMCC) desenvolveu o interesse acadêmico em aprofundar a técnica de microscopia óptica aplicada à caracterização de cálculos urinários.

Este trabalho trata justamente de ilustrar a análise realizada pelo LMCC em fragmentos expelidos por um paciente voluntário em 2018, após procedimentos de litotripsia extracorpórea e a laser. Foi aplicada a técnica de microscopia óptica de luz transmitida polarizada em lâmina delgada, associada à difratometria de raios X (DRX) com refinamento pelo método de Rietveld. A execução de DRX teve o objetivo de comparação e complementação de resultados

2 Procedimento metodológico

Para a realização do trabalho, foram selecionados alguns fragmentos expelidos por um paciente voluntário e doados ao LMCC, após procedimentos de litotripsia extracorpórea e a laser, realizados em 2018. Aplicaram-se dois métodos de análise mineralógica, conforme descrito a seguir.

2.1 Difratometria de raios X, com refinamento quantitativo pelo método de Rietveld

A amostra foi moída em almofariz de ágata, umedecida com álcool etílico e depositada sobre lâmina de vidro, para evaporação do álcool. A seguir, a lâmina de vidro foi fixada no suporte metálico do equipamento. A análise foi realizada seguindo os parâmetros: tubo catódico de cobre ($\lambda = 1,542 \text{ \AA}$, na emissão K_{α}), corrente 40 mA e tensão 45 kV; varredura de 5° a 65° e tempo de corrida de 2° por minuto. Módulo Bragg-Brentano HD, fenda divergente de $1/4$, máscara de 20 mm, fenda soller 0,02 RAD e fenda antiespalhamento de $1/2^{\circ}$.

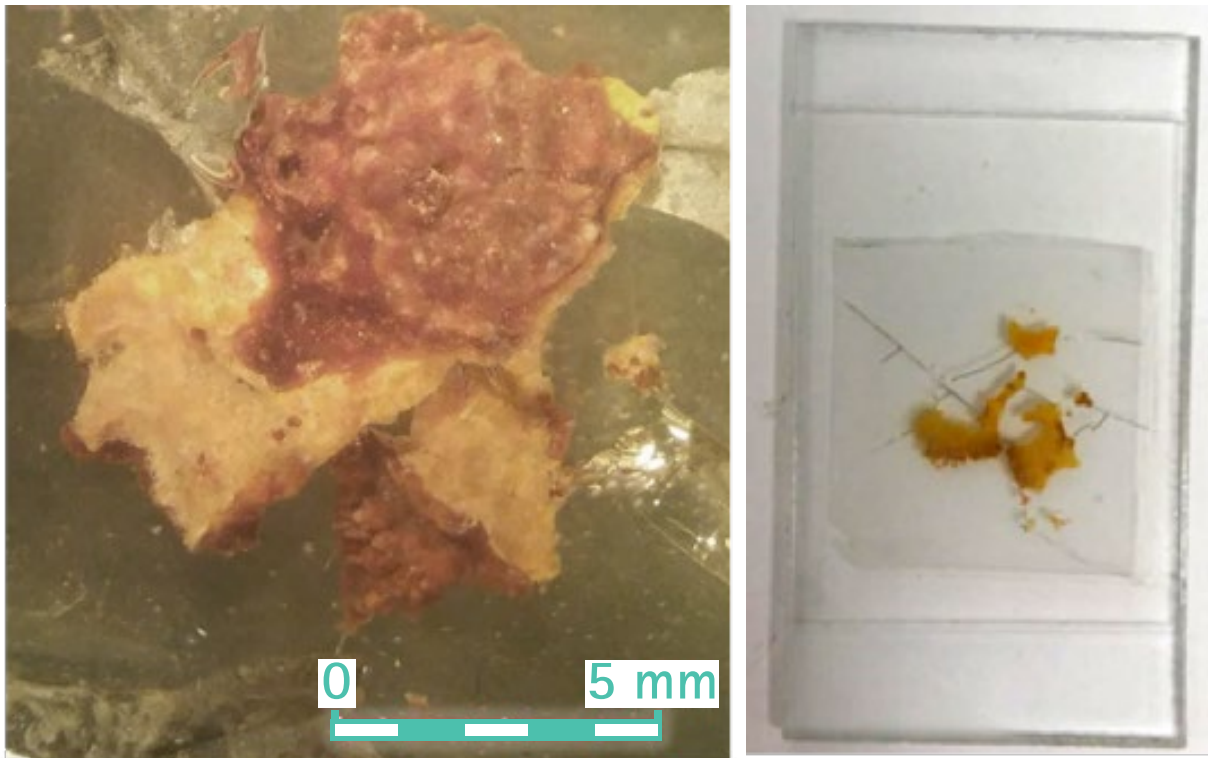
A identificação dos compostos foi executada por meio do software X-pert HighScore Plus [versão 4.6a] da Panalytical e padrões difratométricos e de estruturas fornecidos pelo banco de dados gratuito do COD (*Crystallography Open Database*, atualizado em 2017) e, eventualmente, padrões difratométricos e de estruturas do ICDD (*International Center for Diffraction Data*) e ICSD (*International Center for Structure Data*), respectivamente. O indicador estatístico utilizado para verificar os resultados do refinamento foi o GOF (*goodness of fitting*), além do gráfico das diferenças entre os difratogramas observados e calculados. A seguir, estão apresentados alguns dos parâmetros de refinamento utilizados em cada difratograma para obtenção dos percentuais das fases presentes, na respectiva ordem de aplicação: refinamento do fator escala; ajuste da linha de base; refinamento da constante do difratômetro ("Zero Shift"); refinamento da cela unitária das fases maiores; refinamento da cela unitária das fases; refinamento do perfil de pico (para fases presentes com mais de 5 %); refinamento da orientação preferencial (para compostos suscetíveis).

2.2 Microscopia óptica de luz transmitida polarizada

Alguns fragmentos selecionados foram embutidos em resina epóxi Aradur HY 951 e posteriormente lixados até que aflorassem à superfície. Tal superfície foi colada em uma lâmina de vidro com cola adesivo foto-curável, linha médica, código 30259. A seguir, a amostra foi desbastada, em rebolo diamantado e politriz para lixamento, até a espessura de $30 \mu\text{m}$. Por fim, foi colada uma lamínula de vidro sobre a amostra desbastada. Fragmentos embutidos e respectiva lâmina podem ser observados na **Figura 1**.

Após a confecção da lâmina, esta foi analisada no Microscópio Óptico Leica DM4500 P, acoplado a câmera digital DFC 7000 T e operado pelo software LAS 4.9. A classificação mineralógica seguiu os critérios apresentados por Tröger (1979).

Figura 1 - Fragmentos selecionados para análise, embutido em resina epóxi, seguida de lâminas delgadas. Dimensões da lâmina: 4,5 cm X 2,5 cm



Fonte: elaborada pelos autores

3 Resultados

3.1 Difratometria de raios X, com refinamento quantitativo pelo método de Rietveld

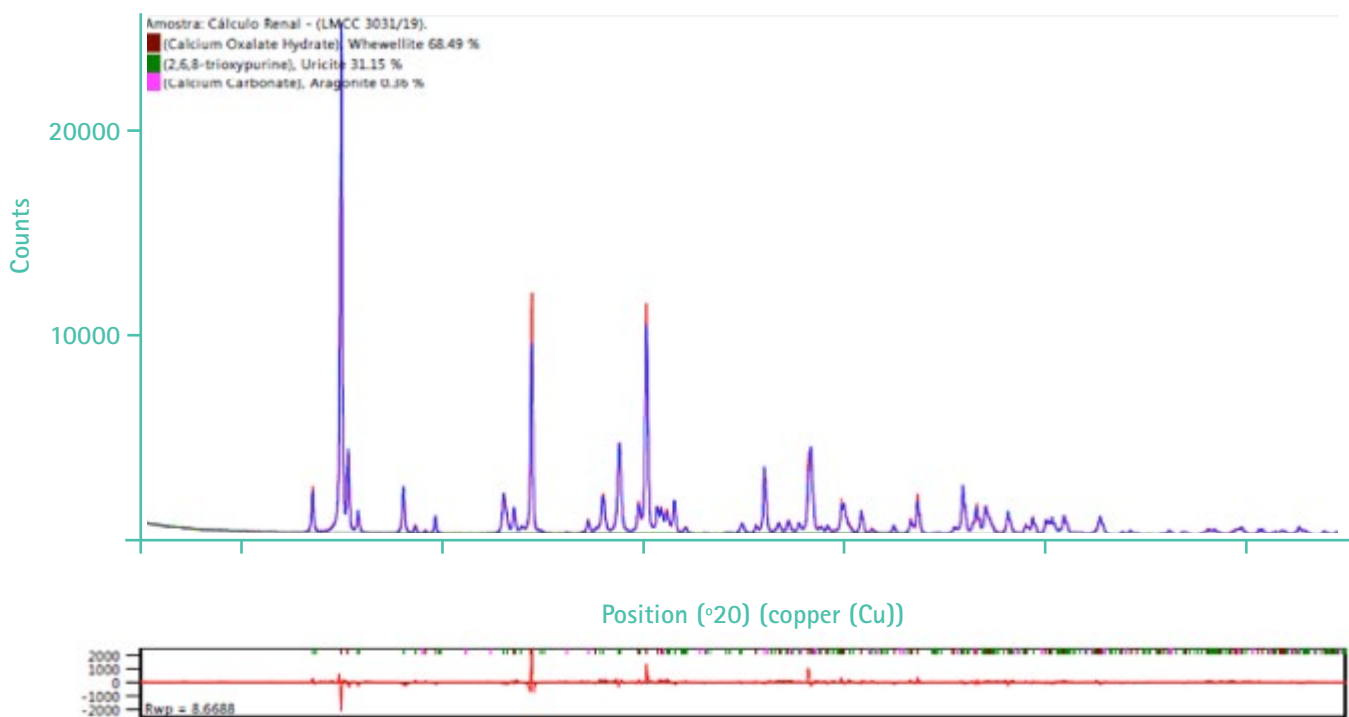
O resultado de análise mineralógica no material evidencia que este é composto essencialmente de whewellita ($\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$) e ácido úrico ($\text{C}_5\text{H}_4\text{N}_4\text{O}_3$), com mineral acessório de aragonita (CaCO_3). Os padrões difratométricos e estruturas utilizadas estão apresentados na **Tabela 1** e **Figura 2**, respectivamente.

Tabela 1 – Parâmetros de referência de fichas das estruturas utilizadas e resultados da análise

Compostos ou fases mineralógicas	Fórmula molecular	Fichas de estruturas (código)	Resultados (%)
Whewellita	$\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$	ICDD:98-024-6802	68,5
Ácido úrico	$\text{C}_5\text{H}_4\text{N}_4\text{O}_3$	ICDD:98-005-6916	31,2
Aragonita	CaCO_3	ICDD:96-901-5511	0,4

Fonte: elaborada pelos autores

Figura 2 – Difratoograma de Raios X da amostra de cálculo urinário



Fonte: elaborada pelos autores

3.2 Microscopia óptica de luz transmitida polarizada

Os resultados acham-se apresentados na **Tabela 2** e **Fotomicrografias 1 a 8**.

Tabela 2 – Resultados da microscopia óptica para a amostra de cálculo urinário

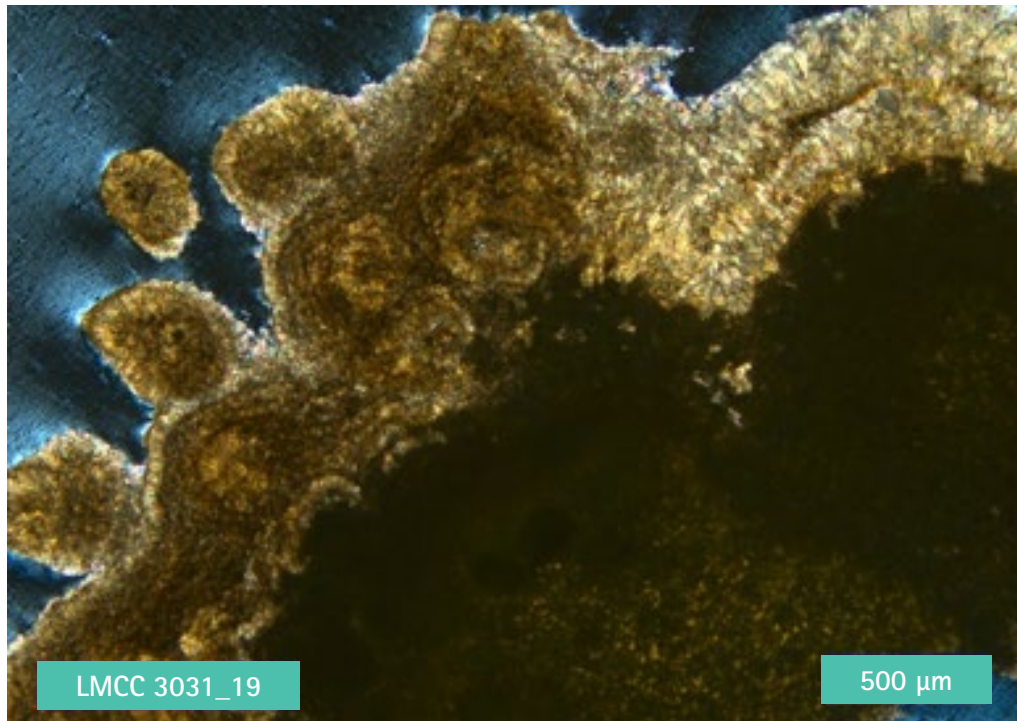
MATERIAL: Cálculo Renal	Lâmina IPT nº 12.265
ESTRUTURA: maciça (internamente) e botrioidal (externamente)	
MINERAIS: (avaliação visual - % estimada)	
Whewellita	65 a 70
Uricita (ácido úrico)	30
Aragonita	<5
Hidróxidos de ferro	-

DESCRIÇÃO: Nota-se whewellita em cristais de diferentes dimensões, predominantemente maiores e mais comuns na região central da amostra. A região periférica apresenta maior concentração de uricita (ácido úrico), geralmente em cristais alongados. Aragonita ocorre intersticialmente. Observa-se presença marcante de óxidos e hidróxidos de ferro não cristalinos, intersticiais e pervasivos.

O aspecto botrioidal é geralmente dado por núcleos de whewellita recobertos por cristais alongados e radiados de uricita, com presença marcante de hidróxidos de ferro na transição. Pontualmente, ocorrem núcleos menores de whewellita + hidróxidos de ferro, indicando que pode ter ocorrido coalescência de cálculos anteriores, formando um único cálculo maior, posterior.

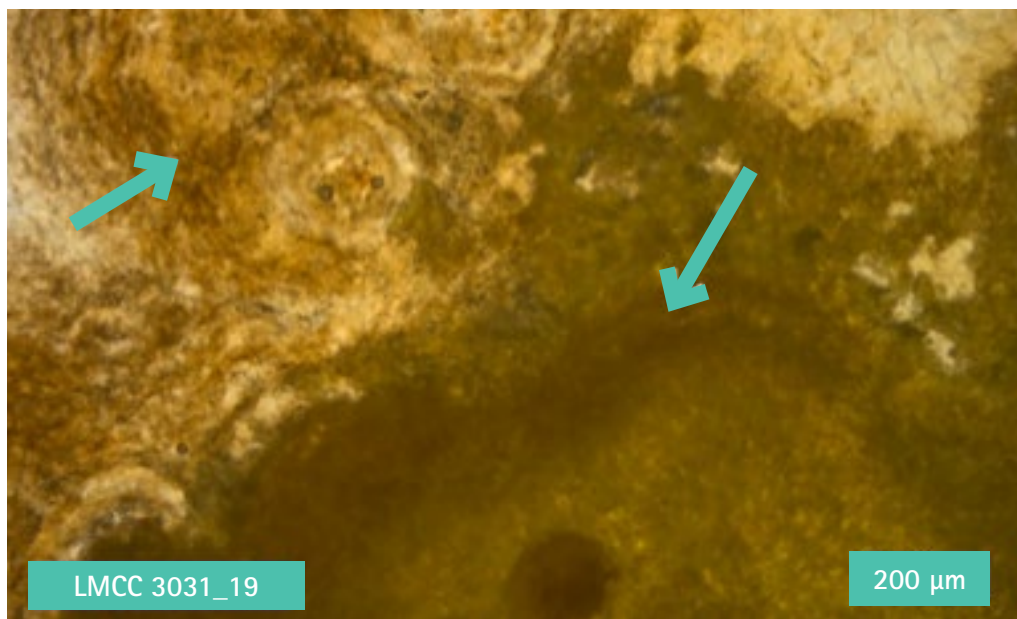
Fonte: elaborada pelos autores

Fotomicrografia 1 – Estrutura botrioidal. Luz transmitida, polarização cruzada



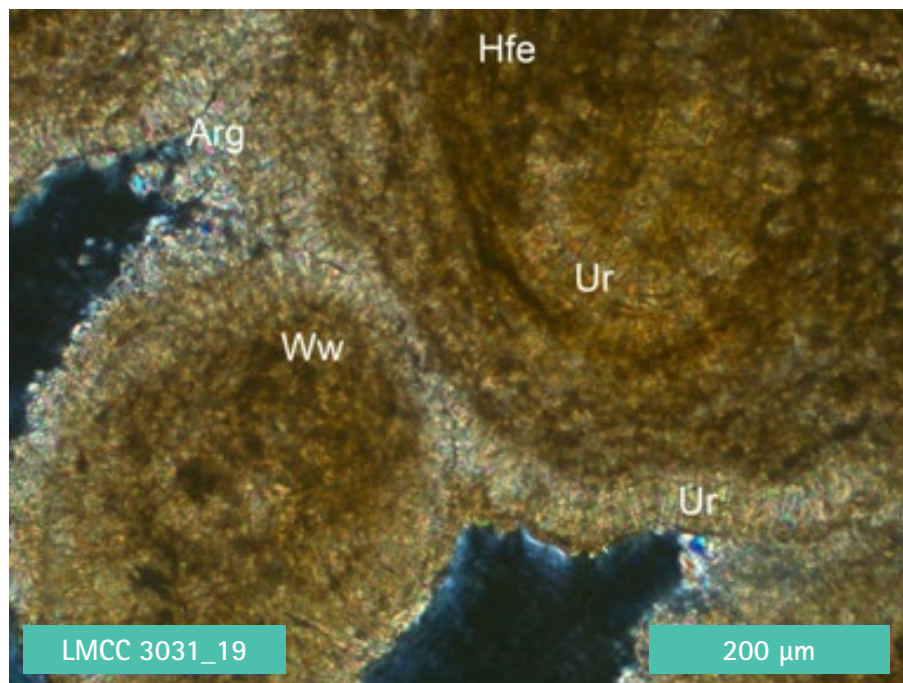
Fonte: elaborado pelos autores

Fotomicrografia 2 – Detalhe da Fotomicrografia 1. Setas indicam concentração de hidróxidos de ferro. Luz transmitida, polarização simples, com condensador



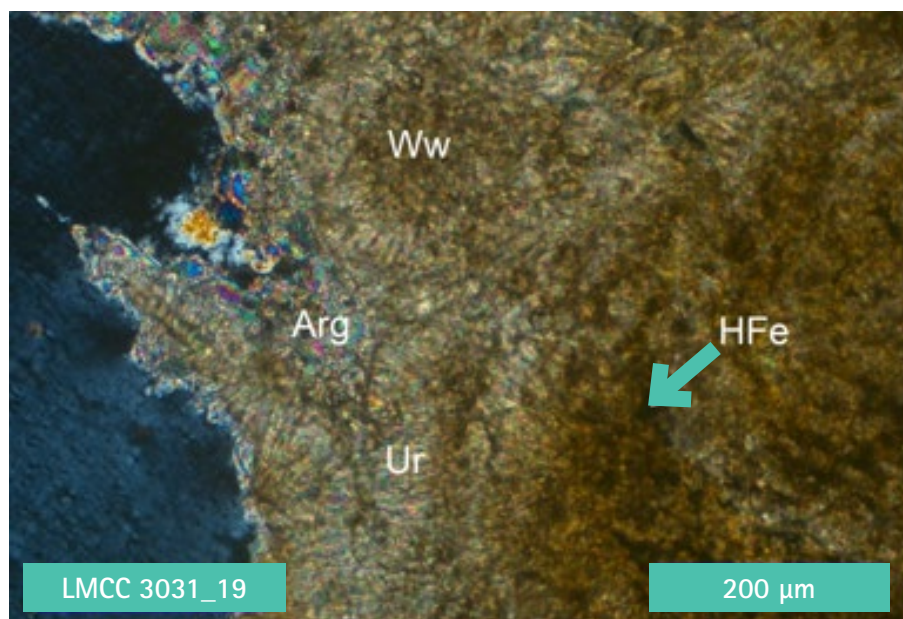
Fonte: elaborado pelos autores

Fotomicrografia 3 – Presença de whewellita (Ww), uricita (Ur), aragonita (Arg) e hidróxidos de ferro (HFe). Luz transmitida, polarização cruzada



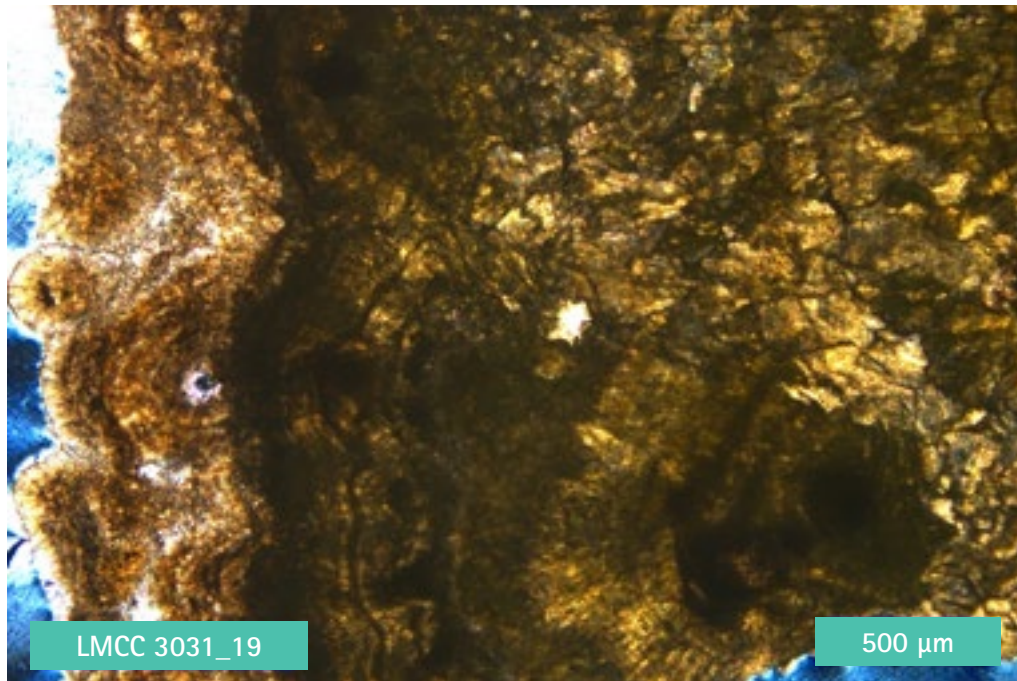
Fonte: elaborado pelos autores

Fotomicrografia 4 – Outra região com presença de whewellita (Ww), uricita (Ur), aragonita (Arg) e hidróxidos de ferro (HFe). Luz transmitida, polarização cruzada



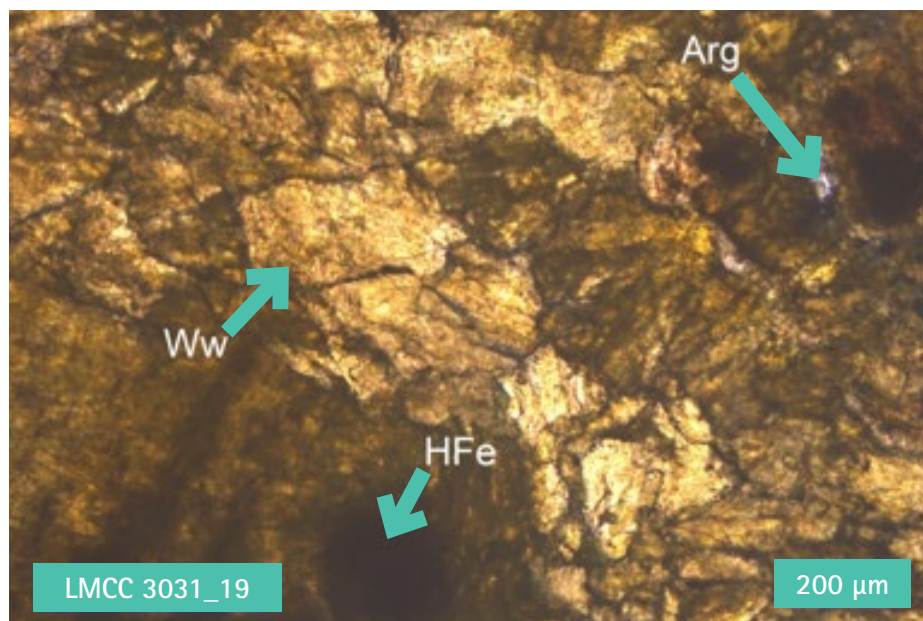
Fonte: elaborado pelos autores

Fotomicrografia 5 – Aspecto brotrioidal, com predomínio de whewellita no centro e uricita ao redor. Luz transmitida, polarização cruzada



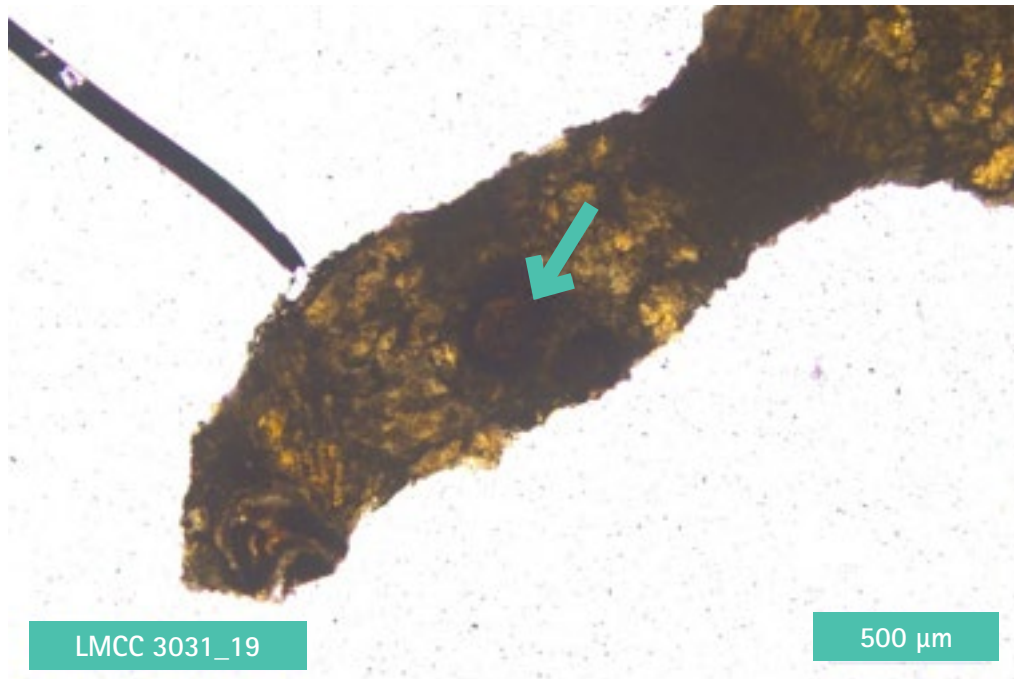
Fonte: elaborado pelos autores

Fotomicrografia 6 – Cristais de whewellita (Ww) com aragonita (Arg) intersticial e presença de hidróxidos de ferro (HFe). Polarização cruzada



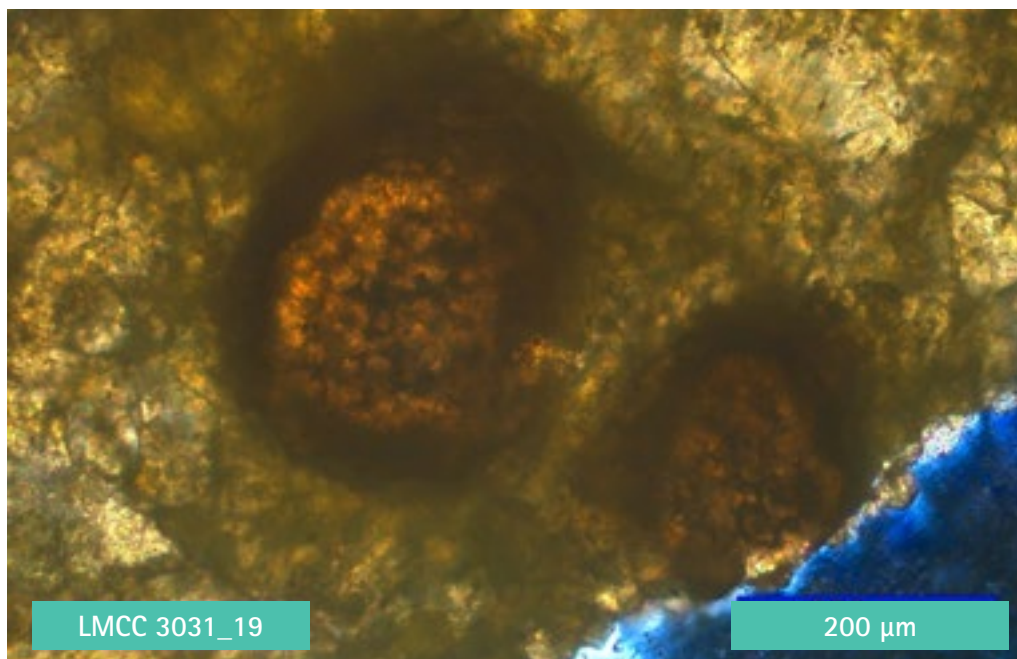
Fonte: elaborado pelos autores

Fotomicrografia 7 – Indicado por seta branca, núcleo de whewellita + hidróxidos de ferro. Luz transmitida, polarização simples



Fonte: elaborado pelos autores

Fotomicrografia 8 – Maior detalhe da Fotomicrografia 7. Luz transmitida, polarização cruzada



Fonte: elaborado pelos autores

4 Discussão

Como apresentado na seção anterior, pode-se notar que ambas as análises identificaram praticamente a mesma composição mineralógica. Os hidróxidos de ferro não foram detectados na difração de raios X, provavelmente por se tratar de fase não cristalina (amorfo). Situação semelhante ocorre nos dados de Abboud (2008), em que a análise química identifica o elemento ferro em teores entre 0,13 % a 4,73 %, com média de 1,78 %, porém não foi detectada nenhuma fase contendo ferro. Os resultados de DRX, um ensaio mais rápido, indicaram a proporção de cada fase, apresentando predomínio de whewellita associado a ácido úrico em quantidade relevante. Por sua vez, a microscopia óptica forneceu, além da composição mineralógica, informações texturais e a correlação temporal entre as fases.

Com base na **Tabela 2**, é possível inferir que ocorreram pelo menos três eventos de formação de cálculos. O primeiro, responsável pela cristalização de pequenos núcleos de whewellita (**Fotomicrografias 7 e 8**), pode ter sido ocasionado por hipercaleiúria ou hiperossalúria (DALMORO et al., 2005). Por ser a whewellita um oxalato mono-hidratado, em oposição à weddelita (oxalato di-hidratado), é possível imaginar que a baixa ingestão de água seria uma causa plausível. O segundo evento de cristalização acarretou a formação de uricita. Segundo Ngo e Assimios (2007), artrite gotosa ("Gota") pode ser uma das causas de hiperuricosúria (excesso de ácido úrico) e consequente formação de uricita em cálculos urinários. Vale ressaltar que a transição do primeiro evento para o segundo foi marcado por aumento da presença de hidróxidos de ferro, interpretada pelos autores como resquícios de sangue. Essa ocorrência pode ser explicada pelo hábito cristalino da uricita, que tende a formar cristais pontiagudos que podem ferir o sistema urinário durante o deslocamento do cálculo (ver **Fotomicrografia 3, 4 e 6**). O terceiro evento dá-se no momento de coalescência dos núcleos previamente formados, gerando um único cálculo. Nessa fase, ocorre cristalização tanto de whewellita quanto de uricita. É possível que todos tenham ocorrido eventualmente de forma simultânea: enquanto alguns núcleos eram revestidos de uricita, outros já se encontravam aglomerados, enquanto novos núcleos se formavam. Isso explica o aspecto botrioidal mostrado nas **Fotomicrografias 1, 2 e 5**.

5 Conclusões

Com base na discussão apresentada na seção 4, é possível inferir que os cálculos neste paciente foram causados por uma associação de artrite gotosa (principal responsável pela hiperuricosúria) e desidratação (responsável pela hipercaleiúria ou hiperossalúria e agravamento da hiperuricosúria).

A descrição textural apresentada pela microscopia óptica, associada à composição mineralógica, permitiu ao urologista e à nutricionista reverem a dieta do paciente, a fim de evitar a recorrência de cálculo. Após introdução de dieta restritiva em ácido úrico, associada a maior ingestão de água, não houve recorrência de cálculo até o momento, um ano depois.

Conclui-se, então, que a microscopia óptica é uma importante ferramenta na caracterização mineralógica e textural de cálculos urinários, podendo auxiliar no diagnóstico e profilaxia de recorrências.

6 Trabalhos futuros

Os resultados obtidos neste trabalho fomentaram um interesse ainda maior em seguir com as pesquisas em microscopia óptica de cálculos urinários. No próximo ano, o LMCC tem a intenção de submeter uma proposta de Projeto de Capacitação, além de buscar possíveis parcerias com órgãos de pesquisa ou hospitais potencialmente parceiros.

7 Agradecimentos

Agradecemos, primeiramente, ao IPT por proporcionar meios e equipamentos para a realização deste trabalho. Também agradecemos ao paciente voluntário e seu urologista, que tiveram o cuidado de armazenar os fragmentos e nos fornecer material para análise. Por fim, agradecemos também ao técnico Nilson de Paula pela preparação das amostras, e ao geólogo Eleno de Paula Rodrigues, pelo auxílio técnico.

8 Referências

ABBOUD, Iyad. Mineralogy and chemistry of urinary stones: Patients from North Jordan. **Environmental Geochemistry and Health**, v. 30, p. 445-63, 2008. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/5784696_Mineralogy_and_chemistry_of_urinary_stones_Patients_from_North_Jordan>. Acesso em: 28 nov. 2019.

ALELIGN, Tilahun; PETROS, Beyene. Kidney stone disease: an update on current concepts. **Advances in urology**, v. 2018, p. 1-12, Feb. 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1155/2018/3068365>>. Acesso em: 8 nov. 2019.

DAL MORO, F.; MANCINI, M., TAVOLINI, I. M., DE MARCO, V., BASSI, P. Cellular and molecular gateways to urolithiasis: a new insight. **Urologia internationalis**, v. 74, n. 3, p. 193-197, 2005. Disponível em: <<https://www.researchgate.net/publication/7924649>>. Acesso em: 8 nov. 2019.

GATTI, M. F. Z., FERRAZ, M. B., LEÃO, E. R., BUSSOTTI, E. A., CALIMAN, R. A. M. Custos hospitalares do diagnóstico e tratamento da cólica renal em um serviço de emergência privado brasileiro. **Revista Dor**, v. 14, n. 1, p. 12-16, jan./mar. 2013. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S1806-00132013000100004>>. Acesso em: 8 nov. 2019.

MENDES, Jorge Miguel Bastos. **Profilaxia da litíase renal**. 2014. Dissertação (Mestrado em Urologia) - Faculdade de Medicina da Universidade de Coimbra, Coimbra, 2014. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/10316/31671>>. Acesso em: 8 nov. 2019.

NGO, Tin C.; ASSIMOS, Dean G. Uric acid nephrolithiasis: recent progress and future directions. **Reviews in urology**, v. 9, n. 1, p. 17, 2007. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1831527/>>. Acesso em: 8 nov. 2019.

TRÖGER, W. E. **Optical determination of rock forming minerals: part I determinative tables**. Stuttgart: E. Schweizerbartsche Verlagsbuchhandlung; 1979. 188 p.

TÜRK, C.; NEISIUS, A.; PETRIK, A.; SEITZ, C.; SKOLARIKOS, A.; THOMAS, K. **EAU Guidelines on Urolithiasis**. Arhem: EAU Guidelines Office; 2018. 88 p. Disponível em: <<https://uroweb.org/wp-content/uploads/EAU-Guidelines-on-Urolithiasis-2018-large-text.pdf>>. Acesso em: 8 nov. 2019.



Um horizonte de possibilidades: orientação profissional de estagiários do IPT

Luciana Omia Mishima^a, Felipe Ise Barbosa Rubio^a,
Eduardo Luiz Machado^b

a Coordenadoria de Gestão de Pessoas, Diretoria Financeira Administrativa, Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo S.A., São Paulo-SP, Brasil.

b Coordenadoria de Ensino Tecnológico, Diretoria de Inovação e Negócios, Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo S.A., São Paulo-SP, Brasil.

E-mail: lomia@ipt.br

1 Introdução

O IPT lida anualmente com uma quantidade significativa de estagiários advindos de diversas Instituições de ensino, com diversos perfis e faixas etárias, por envolver um processo seletivo público. O Instituto dispõe de um espaço fértil de aprendizado no processo pedagógico de formação profissional devido à ampla diversidade de centros tecnológicos, laboratórios, áreas técnicas e administrativas para colocar os conhecimentos em prática.

O fator humano de incentivo ao desenvolvimento pessoal e profissional, foco de investimento da Coordenadoria de Gestão de Pessoas (CGPe), tem um importante papel na motivação e bem-estar psíquico dos profissionais do IPT. A proximidade da CGPe com os estagiários e os orientadores facilitou a identificação da demanda para desenvolver um projeto de desenvolvimento profissional dos jovens, pois ambos relatam que muitas vezes o aluno termina o período de estágio sem direcionamento profissional.

O projeto de Orientação Profissional (OP) foi criado com a finalidade de auxiliar os estagiários no planejamento de vida profissional, com a intenção de valorizar esses jovens e partindo da hipótese de que este investimento poderia melhorar o engajamento e produtividade dos mesmos nas suas áreas de atuação. Para tanto, os profissionais de recursos humanos do IPT promoveram oito encontros com os estagiários para construir conjuntamente caminhos e metas processuais para ingressar no mercado de trabalho e desenvolver sua própria empregabilidade.

O mundo do trabalho se moderniza rapidamente, percebe-se mais indeterminações e incertezas no mercado de trabalho, surgem e desaparecem profissões e ocupações, novas competências são exigidas pelo mercado, e faz-se natural a necessidade de um acompanhamento profissional para os jovens ingressantes dessa realidade (BOCK, 1995). Corroborando com essa ideia, Byung-Chul Han (2015) discute o atual paradigma do desempenho, isto é, o sujeito pós-moderno avaliado - e autoavaliado - pela sua capacidade de performar, pela sua iniciativa e responsabilidade de ser a si mesmo. A autogestão se impõe. De acordo com esse autor, a sociedade disciplinar, marca do século passado, regida pelas qualidades do dever e obediência, as quais já não são suficientes para garantir ao sujeito contemporâneo uma estabilidade no trabalho.

"A sociedade do século XXI não é mais a sociedade disciplinar, mas uma sociedade de desempenho. São empresários de si mesmos."
(Byung-Chul Han, 2017).

Tendo em vista os requisitos do mercado, o espaço da orientação profissional se mostra potente para contemplar questões referentes à carreira, à vida e de como participar ativamente deste processo de escolhas, sem desconsiderar os riscos das excessivas cargas e responsabilidades que eventualmente surgem nesta jornada.

A Psicologia oferece numerosos instrumentos que proporcionam reflexão e autoconhecimento por meio da Orientação Profissional (OP). Para Bock (1995) a função do psicólogo é promover a saúde e, de alguma forma, o trabalho de OP pretende atingir tal objetivo, já que leva o sujeito a se conhecer, no sentido de possibilitar uma escolha mais lúcida, madura, ajustada e de acordo com as habilidades de cada indivíduo. O objetivo deste artigo é apresentar a metodologia e os resultados deste projeto.

2 Método

Conforme a metodologia descrita por Melo-Silva (2004), os eixos temáticos mais utilizados em orientação profissional, independentemente do referencial metodológico adotado, são: Autoconhecimento, Informação Profissional, Significado do Trabalho. Portanto as atividades desenvolvidas no projeto do IPT se pautaram nestes 3 eixos.

A escolha pelo trabalho em grupo e não individual se justifica pela concepção de desenvolvimento humano adotada no projeto, considerando o homem como um ser social que, portanto, necessita da interação com os demais para se desenvolver, além de influenciar e ser influenciado pela situação política-econômica-social, pois pertence a uma determinada sociedade e momento histórico.

Os encontros do grupo tiveram como objetivo auxiliar os estagiários a traçar um planejamento de vida profissional mediante um espaço de diálogo e debate. Foram proporcionadas ferramentas de autoconhecimento, dinâmicas de grupo e exercícios para elaborar perspectivas acerca do futuro.

Foram utilizados os seguintes recursos de coleta e produção de dados de cada participante e do grupo: Instrumento de Construção de Projeto de Vida Profissional, Roda da Vida, Tipologia Comportamental, FLOW, entrevistas e formulários do Google Docs para feedbacks regulares a cada encontro.

Os encontros tiveram os objetivos e ferramentas descritos na **Tabela 1**.

Tabela 1 – Descrição de objetivos e ferramentas dos encontros (continua...)

Encontro	Objetivos	Ferramentas
1º	Integrar os estagiários, levantar expectativas, estabelecer regras do grupo e produzir uma imagem da situação atual que pudesse ser comparada com a situação ao término do projeto.	Dinâmica de quebra gelo, apresentações de cada integrante e respectivas expectativas, contrato de convívio do grupo. Preenchimento de instrumento de planejamento de vida profissional.
2º	Promover o autoconhecimento, integração do grupo e reflexão.	Análise das respostas do instrumento de planejamento de vida, e discutidos os resultados em conjunto. Aplicado um questionário sobre tipologia comportamental.
3º	Promover o autoconhecimento, Formação da identidade de grupo, reflexão sobre possíveis alternativas para lidar com os sentimentos de angústia.	Criação coletiva do nome para o grupo, (“Cobaias da Esperança”). Exposição de conceitos e ferramentas da Psicologia Positiva para disponibilizar instrumentos para aumentar a resiliência. Explicação sobre cada tipologia comportamental e devolutiva dos resultados.
3º	Promover a integração dos participantes com ex-bolsistas de pós-graduação para promover.	Criação coletiva do nome para o grupo, (“Cobaias da Esperança”). Exposição de conceitos e ferramentas da Psicologia Positiva para disponibilizar instrumentos para aumentar a resiliência. Explicação sobre cada tipologia comportamental e devolutiva dos resultados.
4º	Promover a integração dos participantes com ex-bolsistas de pós-graduação para promover informação profissional e troca de experiências.	Roda de conversa com duas convidadas ex-participantes do Programa Novos Talentos - Programa de apoio a estudantes de mestrado/doutorado/pós-doutorado. (Figura 1).

Tabela 1 – Descrição de objetivos e ferramentas dos encontros (continuação)

Encontro	Objetivos	Ferramentas
5º	Promover a integração dos participantes com ex-estagiários para promover informação profissional e troca de experiências.	Roda de conversa com três ex-estagiários que hoje são contratados pela FIPT - Fundação de Apoio ao IPT. (Figura 2)
6º	Retomar os pontos em comum levantados pelos convidados, como lidaram com os obstáculos e alternativas. Fazer o exercício de transformar um objetivo em pequenas metas realizáveis.	Discussão sobre os principais temas trazidos nas conversas anteriores, desenhar metas processuais em duplas.
7º	Contato com informações profissionais relacionadas a empreendedorismo.	Palestra sobre Startups e empreendedorismo aberta para todos os Ipteanos, com a participação do NEU- Núcleo de Empreendedorismo da USP, MVisia - Startup criada por politécnicos e POLISTART - Empresa de aceleração de startups formada por ex-politécnicos.
8º	Avaliação do programa pelos orientandos, comparação entre os instrumentos de planejamento de vida e encerramento.	Novo preenchimento do instrumento de planejamento profissional e de vida, formulário de avaliação e entrega de carta com mensagem personalizada.

Fonte: elaborado pelos autores

Figura 1 – Grupo e as convidadas Beatriz N.M. de Miranda e Giovanna P. Meneghetti



Fonte: elaborada pelos autores

Figura 2 – Grupo e convidados Caio Cipriano Barbosa, Sheila Sousa Gomes e Bianka Nani Venturelli



Fonte: elaborada pelos autores

3 Discussão e análise dos resultados

Durante os dois primeiros encontros foram relatadas muitas preocupações acerca das possibilidades no campo acadêmico e científico devido às mudanças no cenário político e cortes de verbas. Os estagiários relataram sentimentos de ansiedade e insegurança perante este cenário. Ao longo dos encontros foi possível perceber que além dos eixos e ferramentas escolhidos previamente, também seria necessário trabalhar estes sentimentos para poder visualizar as possibilidades, pensar em alternativas e modificar as estratégias caso o primeiro planejamento realizado não se concretizasse. O nome escolhido para o grupo, Cobaias da esperança, espelha estes sentimentos: "Cobaias" como referência por serem o primeiro grupo de OP e pela natureza do trabalho com pesquisa no IPT, e "Esperança" para tentar lidar com os sentimentos negativos que apareceram nos encontros.

Essas apreensões no início do programa que vieram em coro por parte dos estagiários deflagraram, portanto, uma importante discussão do grupo: a sensação de inviabilidade dos próprios planos mediante uma opressão do exterior. Neste sentido, foi necessário primeiro acolher medos e angústias. A partir disso, quando a angústia foi compartilhada e escutada por todos, aquela sensação tornou-se subitamente mais suportável; conforme a fala de um deles, "Deixou de ser um medo pessoal, sei que não estou sozinho nessa". A potência do grupo permite este tipo de resolução, como foi possível verificar quando os participantes começaram a pensar juntos em estratégias processuais para lidar com essa realidade.

No instrumento de planejamento de vida profissional, no campo direcionado ao trabalho futuro, o tema que mais apareceu foi o desejo de seguir carreira acadêmica: dentre os 11 participantes, metade almeja licenciatura e lecionar em uma universidade. Considerando o contexto do IPT, é natural que o perfil do aluno que procura o programa de estágio do Instituto seja mais voltado para a área acadêmica.

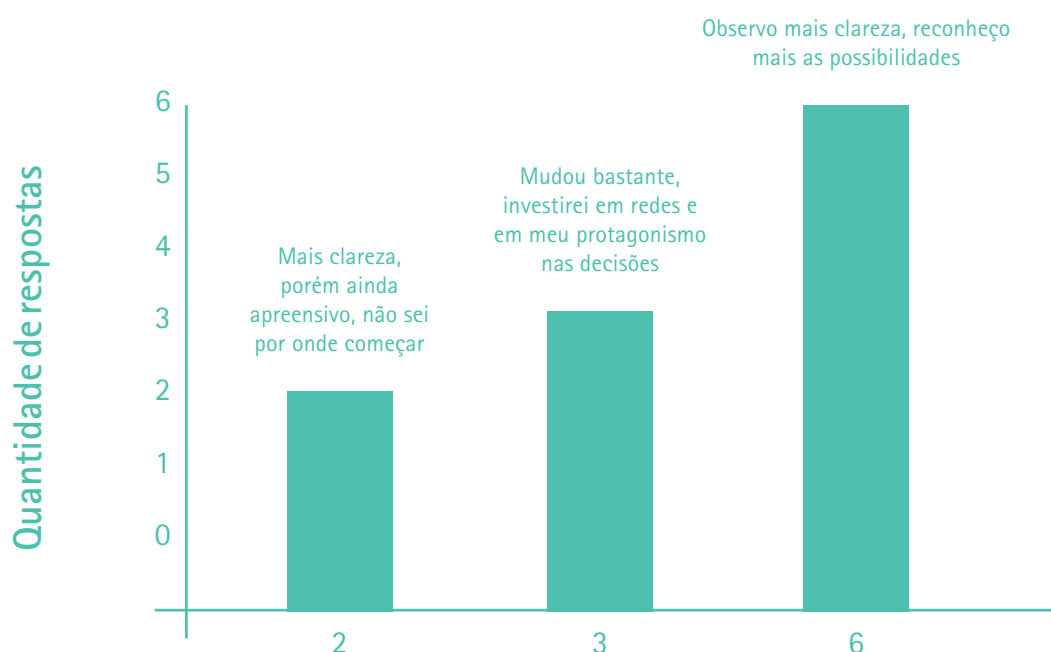
Na avaliação do projeto, o item mais bem avaliado foi a roda de conversa, confirmando os aspectos positivos da troca de experiências entre os estagiários e ex-estagiários. Conforme um dos participantes "Adorei a participação de pessoas que passaram por situações parecidas com a nossa, poder enxergar "saídas" diferentes e ver que há um leque de possibilidades. A própria questão de saber que passar por essas preocupações é "comum" nessa fase ajuda também".

Dentre as falas dos convidados, o que os orientandos relataram como mais relevantes foram: o fortalecimento da rede, formar vínculos, ampliar os relacionamentos, conversar mais com as pessoas, procurar diálogo entre os diferentes setores, mostrar iniciativa, investir em redes como LinkedIn e Currículo Lattes para ser encontrado. Os convidados apresentaram a consonância de terem bons relacionamentos dentro do IPT e por isso foram lembrados na hora que surgiram projetos. Todos tinham vontade de permanecer no IPT e foram contratados na modalidade de Pesquisador Visitante para continuar frequentando os Centros e Laboratórios, mesmo sem remuneração, pois segundo eles: "Aqui estão os melhores equipamentos para realizar pesquisas".

Com relação às mudanças no olhar perante o planejamento, todos concordaram que aconteceram mudanças positivas, sendo que alguns conseguiram chegar a um planejamento completo. Seis dos 11 orientandos afirmaram ter mais clareza das possibilidades, conforme descrito no **Gráfico 1**.

Gráfico 1- Mudanças no processo de planejamento de vida e profissional

Mudanças no processo de planejamento de vida e profissional



Fonte: elaborada pelos autores

Comparando o preenchimento do instrumento desenvolvido para planejamento de vida profissional, é possível perceber que a maior parte dos orientandos conseguiu preencher mais lacunas e/ou conseguiu definir melhor as metas. Na avaliação, os orientandos registraram o agradecimento pela oportunidade de estar no grupo, relatando sentimentos e resultados. Entre os depoimentos, pode-se destacar:

- "Enxerguei meu principal objetivo e foco e a maneira de como alcançar o objetivo tendo diversos caminhos."
- "Agradeço muito pela oportunidade, pelos conselhos e pelo carinho. Espero que vocês possam transmitir e ajudar cada vez mais jovens."
- "Enfim, obrigado pela oportunidade, foi uma ótima experiência, me encorajou a procurar caminhos que eu estava um pouco inseguro de seguir."

Os orientadores relataram que os estagiários apresentaram diferenças no comportamento após a participação no projeto, seja apresentando maior clareza acerca das possibilidades para o futuro, seja apresentando melhor desempenho na área ao verificar a identificação com as atividades realizadas. Todos os orientadores que responderam a avaliação reforçaram a importância da continuidade do projeto.

4 Referências

AGUIAR, W. M. J. A escolha na orientação profissional: contribuições da psicologia sócio histórica. **Psicologia da Educação**, 23, 2006. Disponível em: <<http://pepsic.bvsalud.org/pdf/psie/n23/v23a02.pdf>>. Acesso em: 01 nov. 2019.

BLEGER, J. **Temas de Psicologia**: entrevistas e grupos. São Paulo: Martins Fontes, 2011.

BOCK, A. M. M. & colaboradores. **A escolha profissional em questão**. São Paulo: Casa do Psicólogo, 1995.

BOHOSLAVSKY, R. **Orientação vocacional**: a estratégia clínica. São Paulo: Martins Fontes, 1993.

HAN, BYUNG-CHUL. **Sociedade do cansaço**. Tradução de Enio Paulo Giachini. Petrópolis, RJ: Vozes, 2015.

MELO-SILVA, L. L. PACHECO, M. C.; SOARES, D. H. P. A. Orientação Profissional no contexto da Educação e Trabalho, Florianópolis: **Revista Brasileira de Orientação Profissional**, v. 5 (2), p. 43, 2004. Disponível em: <http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1679-33902004000200005>. Acesso em: 05 nov. 2019. cuidado de armazenar os fragmentos e nos fornecer material para análise. Por fim, agradecemos também ao técnico Nilson de Paula pela preparação das amostras, e ao geólogo Eleno de Paula Rodrigues, pelo auxílio técnico.



Recomendações para projeto preliminar de canteiro de obras para a produção de pré-moldados de concreto armado

Recommendations for preliminary construction site design to produce reinforced concrete precast

Luiz Velloso Andrade Junior^a, Cláudio Vicente Mitidieri Filho^b, Olga Satomi Yoshida^c

a Mestrado profissional em Habitação:

Planejamento e Tecnologia pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo S.A., São Paulo-SP, Brasil.

b Mestrado profissional em Habitação:

Planejamento e Tecnologia pelo Centro Tecnológico do Ambiente Construído do Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo S.A., São Paulo-SP, Brasil.

c Mestrado profissional em Habitação:

Planejamento e Tecnologia pelo Centro de Metrologia Mecânica do Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo S.A., São Paulo-SP, Brasil.

*E-mail: vellenge@bighost.com.br

Resumo

O artigo tem como objetivo apresentar os resultados de uma pesquisa que visa estabelecer recomendações para projeto preliminar de canteiros de obras para sistemas construtivos em pré-moldados de concreto armado para a construção de edificações de shopping centers e industriais. Os aspectos da pesquisa relacionados à implantação, planejamento e leiaute são considerados para a produção de elementos pré-moldados de concreto armado no canteiro de obras, como pilares, vigas, lajes maciças e painéis de fechamento lateral. Como método de pesquisa, adotou-se a pesquisa construtiva denominada *Constructive Research* ou *Design Science Research (DSR)*, como sendo uma das mais apropriadas metodologias para orientar a condução de pesquisas científicas em tecnologia, em uma abordagem que alia a relevância da aplicação prática com o rigor científico, ou seja, trata da proposição para resolução de uma questão concreta de ordem prática, baseada em resultados, que oferece diretrizes específicas para avaliação e interação em projetos de pesquisa. Após coletar as informações necessárias, os dados são descritos e agrupados para análise do conteúdo, tendo com o resultado final vários indicadores para o dimensionamento preliminar de canteiro de obras para produção de pré moldados de concreto armado. Os objetivos para esta dissertação foram alcançados, pois as equações de predições de áreas do canteiro de obras desenvolvidas se mostraram bastante eficazes, para dimensionar as áreas para a produção de elementos pré-moldados de concreto armado.

Abstract

The article aims to present the results of a research that aims to establish recommendations for preliminary design of construction sites for reinforced concrete precast construction systems for the construction of shopping mall and industrial buildings. Research aspects related to the implementation, planning and layout are considered to produce precast reinforced concrete elements at the construction site, such as pillars, beams, massive slabs and side closing panels. As a research method, constructive research called Constructive Research or Design Science Research (DSR) was adopted as one of the most appropriate methodologies to guide the conduct of scientific research in technology, in an approach that combines the relevance of practical application with Scientific rigor, that is, it deals with the proposition to solve a concrete, practical, results-based question that offers specific guidelines for evaluation and interaction in research projects. After collecting the necessary information, the data are described and grouped for content analysis, with the final result having several indicators for the preliminary design of the construction site for the production of precast reinforced concrete. The objectives for this dissertation were achieved, since the predictions equations of developed site areas proved to be very effective, to dimension the areas to produce precast reinforced concrete elements.

1 Introdução

O artigo visa estabelecer recomendações para projeto preliminar de canteiros de obras voltados à produção de elementos pré-moldados de concreto armado, a partir de indicadores para o projeto de áreas destinadas: à estocagem de materiais básicos; à central de fôrmas, à central de armação ou de produção de armaduras; à central de concreto; às pistas ou à central de produção de peças; e ao armazenamento de elementos pré-moldados acabados. São também consideradas as vias de circulação, considerando os espaços necessários para movimentação de caminhões tipo betoneira, bem como as instalações provisórias, como refeitórios, escritórios, sanitários, vestiários e etc.

Palavras-chave:

canteiros de obras; sistemas construtivos; processos construtivos; pré-moldados de concreto armado; projeto preliminar.

Keywords:

construction sites; building systems; construction processes; precast reinforced concrete; preliminary design.

Trata-se da produção de pré-moldados de concreto armado no mesmo canteiro da edificação a ser construída, considerando shoppings centers e edificações industriais.

Para o projeto preliminar do canteiro de obras, além do uso dos indicadores apresentados neste artigo, é fundamental a consideração do planejamento do empreendimento e da logística prevista para sua implantação, bem como o estabelecimento prévio dos processos de produção. Também são essenciais: o conhecimento pleno das condições locais do terreno no qual será implantado o canteiro e executada a obra, o conhecimento do projeto estrutural executivo dos elementos pré-moldados, o prazo total estimado para a produção dos elementos pré-moldados e o prazo total estimado para a construção do empreendimento. O fornecimento do concreto usinado será realizado por caminhão tipo betoneira, por usina de concreto, externa ao canteiro de obras. A produção dos elementos pré-moldados de concreto armado envolve as atividades de preparação de fôrmas e armaduras, concretagem das peças, incluindo adensamento e cura do concreto, desforma das peças, transportes internos, acabamento e armazenamento das peças.

O projeto do canteiro, portanto, deve prever os espaços necessários para tais atividades, além de outras destinadas a instalações provisórias, acesso de equipamentos e movimentações e, claro, para a própria construção do empreendimento, sendo instrumento fundamental para o planejamento e organização da produção das peças e da própria obra. Devem ser consideradas no projeto as condições necessárias para a segurança e saúde dos trabalhadores EL DEBS (2017) e FERREIRA; FRANCO (1998).

Este artigo, baseado em pesquisa desenvolvida no âmbito do Programa de Mestrado Profissional em Habitação do IPT (ANDRADE JUNIOR, L. V, 2019), pretende definir alguns indicadores que podem ser adotados para o projeto preliminar do canteiro de obras, fundamentalmente para shopping centers e obras industriais, para ter-se uma estimativa inicial da área de terreno necessária para o empreendimento, considerando a produção das peças no próprio canteiro e a execução da obra. Não entra no mérito do espaço necessário à execução da obra, porém consideram-se as instalações necessárias para a produção das peças, as instalações provisórias, de forma a atender as condições de segurança e saúde conforme a Norma Regulamentadora NR-18 (MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO 2015), e as vias necessárias para trânsito dos equipamentos.

Consideram-se nos indicadores as recomendações da NB -1367 - ABNT NBR 12284:1991 (ABNT 1991), incluindo, além das áreas operacionais do canteiro, as áreas de vivência que incluem vestiário, alojamento, refeitório, cozinha, lavanderia, área de lazer e ambulatório. As áreas de apoio, como almoxarifado, escritórios, guarita ou portaria compreendem aquelas instalações que desempenham funções de apoio à produção.

Apenas a título ilustrativo, são apresentadas nas **Figuras 1 e 2** imagens da construção de edificações de shopping centers e industriais, com elementos pré-moldados de concreto armado em canteiro.

Figura 1 – Edificações de shopping centers em pré-moldados de concreto armado em canteiro



Fonte: foto cedida pela Concrebem, 2012

Figura 2 – Edificações industriais em pré-moldados de concreto armado em canteiro



Fonte: foto cedida pela Engepré, 2012

2 Método de pesquisa

Como método de pesquisa, adotou-se a pesquisa construtiva denominada *Constructive Research* ou *Design Science Research* (DSR), por ser apropriada ao caso específico do trabalho conduzido, em uma abordagem que alia a relevância da aplicação prática com o rigor científico, ou seja, trata da proposição para resolução de uma questão concreta de ordem prática, baseada em resultados que oferecem diretrizes específicas para avaliação e interação em projetos de pesquisa. Tem abordagem metodológica que possibilita a realização de pesquisas científicas atrelada ao desenvolvimento de artefatos, com o objetivo de resolver um problema prático num contexto específico e gerar novo conhecimento específico. O método permite, com base em dados obtidos em campo, aliados a outros dados existentes na bibliografia e na experiência prática, gerar recomendações para o projeto ou o dimensionamento preliminar de canteiros de obras, dentro do contexto da pesquisa e dos limites estabelecidos.

Conforme LUKKA (2003) a pesquisa construtiva é desenvolvida em fases: identificação de problemas relevantes; obtenção do conhecimento sobre o assunto (teórico e prático); análise do escopo de aplicação; implantação e testes da solução; e reflexão sobre os resultados obtidos diante da teoria existente. Acrescentamos aqui, principalmente tratando-se de trabalho com aplicação prática, a consideração da experiência ou da vivência profissional do coordenador e da equipe envolvida na pesquisa.

No caso específico do trabalho desenvolvido, alvo deste artigo, consiste em pesquisa desenvolvida por intermédio de visitas técnicas a canteiros de obras e entrevistas com profissionais especialistas, para obtenção de informações e dados necessários que permitiram, após tratamento estatístico, formular recomendações para o projeto preliminar do canteiro de obras. Foram realizadas quatro visitas técnicas, em canteiros de obras com produção de elementos pré-moldados de concreto armado em locais diferentes, e seis entrevistas com profissionais especialistas de grande experiência, com conhecimentos em produção de sistemas construtivos em pré-moldados de concreto armado em canteiro. Foram obtidos dados de onze canteiros, sendo seis para edificações industriais e cinco para edificações de shopping centers.

As visitas técnicas e as entrevistas proporcionam a obtenção de dados e de conhecimentos práticos de diferentes realidades tecnológicas, possibilitando o estabelecimento de relações entre o conteúdo teórico e prático, e, aliado ao conhecimento em razão da atuação profissional, o desenvolvimento da visão sistêmica, traduzida na proposição de recomendações, com aplicação direta na prática dos trabalhos das empresas, guardadas as limitações e o contexto da pesquisa.

A pesquisa de campo, portanto, teve o objetivo de obter informações e conhecimento acerca de um problema para o qual se procura uma resposta, ou de uma hipótese que se queira comprovar, ou ainda, descobrir relações entre eles. Os dados coletados nas visitas técnicas e nas entrevistas, aliados aos dados obtidos nos projetos estruturais executivos dos elementos pré-moldados

de concreto armado, foram organizados, interpretados e analisados, para a identificação dos parâmetros e definição das equações preditivas possíveis visando o dimensionamento ou o projeto preliminar do canteiro de obras.

Com a simulação do artefato, ou seja, com a aplicação a casos práticos, verificou-se a capacidade preditiva para o dimensionamento preliminar das áreas de canteiros para a produção de elementos pré-moldados de concreto armado, considerando parâmetros de entrada e saída disponíveis quando da realização do planejamento do canteiro e da execução do empreendimento. Os resultados obtidos nos métodos estatísticos (ajuste de equações pelo método dos mínimos quadrados ordinários) foram analisados à luz da vivência profissional, de forma a eleger os parâmetros ou os fatores mais adequados para elaboração das recomendações de ordem prática.

3 Resultados e análises

Após testes com relações lineares e quadráticas, modelos de equações foram propostos para explicar as associações entre parâmetros de entrada e saída. Foram tratados 84 modelos, considerando 12 parâmetros de entrada e 7 parâmetros de saída, para obter os dados de interesse e definir os indicadores, por intermédio de equações ajustadas. A **Tabela 1** apresenta os dados obtidos em campo e nos projetos estruturais, para os onze canteiros pesquisados, referentes a edificações de shopping centers e industriais.

Tabela 1 – Dados Obtidos de Casos de Edificações Shopping Centers (SHC) e Industriais (IND)

	Caso 01	Caso 02	Caso 03	Caso 04	Caso 05	Caso 06	Caso 07	Caso 08	Caso 09	Caso 10	Caso 11
Empresa	SHC	SHC	SHC	SHC	SHC	IND	IND	IND	IND	IND	IND
ATC (m ²)	35.000	74.000	76.000	103.000	88.000			24.000	10.000	23.514	42.178
VTCP (m ³)	6.700	12.800	15.000	20.628	17.978	4.528	2.858	483	2.000	1.401	2.725
PTA (kg)	1.060.000	2.030.000	2.368.000	2.952.000	2.762.349	911.160	450.236	31.040	300.000	116.006	292.078
ATF (m ²)	1.650	1.600	2.700	3.100	3.105	35.496	19.162	4.490	15.980	1.646	21.663
PRAZO P (mês)	5	7	9	11	6	6	4	3	3	4	6
PRAZO I C (mês)	2	2	2	3	3	2,5	2	1	1,5	1	1
PRAZO M (mês)	2	4	6	8	5	3	2	2	2	3	5
PRAZO T P (mês)	9	13	17	22	14	11,5	8	6	6,5	8	12
NP (unid.)	215	370	417	580	134	185	172	279	75		
NV (unid.)	715	1.496	1.536	2.747	700	725	515	35	160		
NL (unid.)	1.992	4.213	4.327	6.401	1.251	2.070	356		490		
NPF (unid.)								318	290		
NTEPMCA (unid.)	2.922	6.079	6.280	9.728	2.085	2.980	1.043	632	1.015		
ATCP (m ²)	16.000	18.000	20.000	25.000	24.710	18.933	15.800	5.500	4.500	2.500	2.500
ACF (m ²)	1.650	1.600	2.700	3.100	2.817	1.294	480	275	225	100	780
AE (m ²)	3.000	6.500	5.000	8.400	8.264	3.643	975	1.500	540	2.500	2.500
ACA (m ²)	2.400	3.000	3.000	4.000	3.690	1.046	754	100	169	150	150
AC (m ²)	8.950	6.900	9.300	10.500	10.150	10.378	10.060	2.872	5.600	2.500	2.500
LAC (m)	10	10	10	10		5	3,5	3,5	3,5		
NMTP (mês)	70	90	100	140	92	75	50	30	35	40	50

Fonte: elaborado pelo autor

Onde:

ATC (m²) – Área total da construção

VTCP (m³) – Volume total de concreto pré-moldado

PTA (kg) – Peso total das armaduras

ATF (m²) – Área total de fôrmas

PRAZO P (mês) – Prazo de produção dos pré-moldados

PRAZO I C (mês) – Prazo de implantação do canteiro

PRAZO M (mês) – Prazo de montagem dos pré-moldados

PRAZO TP (mês) – Prazo total

ATCP (mês) – Área total do canteiro de produção

ACF (mês) – Área central de fôrmas

AE (m²) – Área de estocagem

ACA (m²) – Área central de armação

AC (m) – Área de circulação

LAC (m) – Largura da área de circulação

NP (unid) – Número de pilares

NV (unid) – Número de vigas

NL (unid) – Número de lajes

NPF (unid) – Número de painéis de fechamento

NTEPMCA (unid) – Número total de elementos pré-moldados de concreto armado

NMT (mês) – Número médio de trabalhadores

Com os dados obtidos apresentados na **Tabela 1** foram feitas análises estatísticas de potenciais de predição de correlações entre os parâmetros de entradas e saídas, combinando métodos estatísticos e a experiência profissional para definição de indicadores, por intermédio de equações ajustadas, entre os parâmetros apresentados, MONTGOMERY; PECK; VINING (2012). Para a análise dos resultados foram considerados parâmetros de saídas, tais como: **ATCP** – Área Total do Canteiro de Obras; **ACF** – Área da Central de Fôrmas; **AE** – Área de Estoques ou Armazenagem de Elementos Acabados; **AC** – Área de Circulação; **LAC** – Largura da Área de Circulação; e **NMT** – Número Médio de Trabalhadores na Produção. Os demais itens, mencionados na **Tabela 1**, foram considerados como parâmetros de entrada.

As projeções das áreas de projeto (y), parâmetros de saída, foram obtidas por outros parâmetros de entrada (x), por meio de relações matemáticas $y = f(x)$. Se a relação for linear, a equação é:

$$y_i = a + b \cdot x_i + \varepsilon_i$$

Onde:

- y_i representa a variável resposta, o parâmetro de saída do i – ésimio empreendimento;
- x_i é a variável preditora, o parâmetro de entrada do i – ésimio empreendimento;
- $a + b \cdot x_i$ seria a relação linear sistemática entre y_i e x_i , a média do parâmetro de área y_i dado o parâmetro de entrada x_i ;
- a é a média do parâmetro de saída y_i quando o parâmetro de entrada $x_i = 0$;
- b é o acréscimo no parâmetro de área de saída y_i a cada variação unitária de x_i .

Os coeficientes a e b são determinados pelo método dos mínimos quadrados, a partir dos n pares de dados levantados nas visitas técnicas e entrevistas. A escolha da equação $\hat{y}_i = \hat{a} + \hat{b} \cdot x_i$ é feita de tal forma que a soma dos quadrados dos erros $SSE = \sum (y_i - \hat{y}_i)^2$ seja minimizada, sendo \hat{a} é a estimativa de a e \hat{b} é a estimativa de b .

Numa relação quadrática, na qual a equação é $y_i = a + b \cdot x_i + c \cdot x_i^2 + \varepsilon_i$, o método dos mínimos quadrados para estimar a , b e c se aplica da mesma forma.

Observa-se que nos 11 casos pesquisados, seis edificações industriais e cinco shoppings centers, as áreas de leiaute e os parâmetros de entrada são positivamente correlacionados.

O padrão de correlações acima de 70 % indica que os parâmetros de entrada podem cumprir o papel de preditores das áreas de leiaute. Portanto, verificou-se a capacidade preditiva dos parâmetros para dimensionar as áreas de leiaute de canteiros para a produção de pré-moldados de concreto armado.

Após testes com relações lineares e quadráticas, modelos (equações) foram propostos para explicar as associações entre parâmetros de entrada e de saída. Foram ajustados 84 modelos (12 parâmetros de entrada x 7 parâmetros de saída).

Conforme RAO (1965), para análise dos resultados foi considerado como padrão de correlações, valores R^2 ou R^2_{pred} acima de 70 %, para que os parâmetros de entrada cumprissem o papel de predição das áreas de leiaute em relações lineares, conforme os indicadores de qualidade do ajuste dos modelos, que foram quantificados por S , R^2 e R^2_{pred} , sendo que:

- S é medido na unidade do parâmetro ajustado de saída e representa quanto o modelo proposto está errando em relação aos parâmetros nos 11 casos;
- quanto mais alto o valor de R^2 , melhor a qualidade da previsão de áreas para os parâmetros de entrada medidos na amostra analisada; e
- quanto maior o valor de R^2_{pred} , melhor a qualidade da previsão de áreas de leiaute para valores nos parâmetros de entrada não medidos na amostra analisada. Modelos que têm valores de R^2_{pred} mais elevado têm melhor capacidade preditiva.

Para determinar o modelo foram ajustados os dados e analisada sua qualidade, pela quantificação de S , R^2 e R^2_{pred} .

A análise de regressão foi adotada para desenvolver ferramentas preditivas de áreas para leiaute de canteiro de obras, para a produção de elementos pré-moldados em concreto armado no próprio local de construção do empreendimento. Tais ferramentas consistem num conjunto de equações que, a partir de dados reais de áreas em canteiros, produzem estimativas de parâmetros de áreas para o dimensionamento preliminar de canteiro de obras, para a produção dos pré-moldados de concreto armado.

O termo análise de regressão conforme MONTGOMERY et al (2012) consiste num conjunto de técnicas estatísticas que irá modelar, com equações, as relações entre os parâmetros de áreas para prever uma grandeza dependente (variável de saída da equação) a partir de outras grandezas independentes (preditivas ou variáveis de entrada da equação).

Para a definição das equações preditivas, adotam-se os melhores índices da qualidade de modelos e da capacidade preditiva.

Dentre as várias equações ajustadas encontradas, podem ser consideradas as equações ajustadas seguintes, com R^2 ou $R^2_{pred} > 70\%$:

$$ATCP (m^2) = 1009 + 0,3416*ATC (m^2) - 0,000001*ATC (m^2)*ATC (m^2)$$

$$ACF (m^2) = 207,1 + 0,000960*PTA (kg)$$

$$AE (m^2) = 670,6 + 0,3831*VTCP (m^3)$$

$$ACA (m^2) = - 178 + 0,3423*VTCP (m^3) - 0,000007*VTCP (m^3)*VTCP (m^3)$$

$$AC (m^2) = - 7967 + 12797*PRAZO I C (mês) - 2224*PRAZO I C (mês)*PRAZO I C (mês)$$

$$LAC (m) = 1,939 + 0,001080*VTCP (m^3) - 0,000000*VTCP (m^3)*VTCP (m^3)$$

$$NMTP (unid) = 16,28 + 0,001052*ATC (m^2)$$

Os indicadores encontrados são aplicáveis ao dimensionamento preliminar de áreas específicas do canteiro de obras, como: central de fôrmas; central de armação; central de concreto, central de pré-moldados; áreas de estoques e armazenamento de elementos acabados; vias de circulação e acessos; e número médio de trabalhadores na produção por mês. As áreas de vivência e apoio são calculadas como base no número médio de trabalhadores, considerando os parâmetros da NR-18.

Para uma melhor utilização das equações preditivas, para o dimensionamento preliminar das áreas no canteiro de obras, devem ser respeitadas as considerações de faixas e limites, quanto à área de construção do empreendimento (m^2), volume do concreto pré-moldado (m^3), peso das armaduras (kg), área do canteiro de produção (m^2), prazo total da produção do pré-moldado (mês), e o número de trabalhadores na produção por mês (unid), conforme apresentados nas **Tabelas 3 e 4**.

Como exemplo, segue um estudo comparativo das equações preditivas no estudo de caso de uma edificação industrial específica, considerando as áreas reais de implantação no canteiro comparadas às áreas calculadas conforme as equações ajustadas, conforme a **Tabela 2**. Apresentam-se também os valores das áreas quanto às margens de segurança encontradas, ou seja, os valores de áreas mínimas e máximas obtidas, em função dos resultados das correlações ajustadas e do gráfico de linha ajustada. Considerou-se o IC (Intervalo de Confiança) de 95 % e o IP (Intervalo de Predição) de 95%, sendo recomendado que os resultados obtidos sejam acompanhados das margens de erro conservadoras dadas pelo IP de 95 %.

Tabela 2 – Exemplo de Estudo Comparativo de Áreas para Leiaute Edificação Industrial

	Áreas reais implantação canteiro (m ²)	Áreas calculadas conforme equações (m ²)	Equações ajustadas	Margem de Segurança	
				Mínimo (m ²)	Máximo (m ²)
ATCP (m ²)	24.710	23.325	$ATCP = 1009 + 0,3416 * ATC - 0,000001 * ATC * ATC$	18.195	27.103
ACF (m ²)	2.817	2.858	$ACF = 207,1 + 0,000960 * PTA$	2.497	3.225
ACA (m ²)	3.690	3.713	$ACA = - 178 + 0,3423 * VTCP - 0,000007 * VTCP * VTCP$	3.170	4.244
AE (m ²)	8.264	7.557	$AE = 670,6 + 0,3831 * VTCP$	6.323	8.798
AC (m ²)	10.150	10.408	$AC = - 7967 + 12797 * PRAZO C - 2224 * PRAZO C * PRAZO C$	8.726	12.096
NMTP (unid.)	92	108	$NMTP = 16,28 + 0,001052 * ATC$	92	124

Fonte: elaborado pelo autor

Segue outro exemplo, independente do acima apresentado, considerando uma aplicação específica das equações preditivas, para o dimensionamento preliminar de áreas necessárias para implantação de um canteiro de obras para produção de elementos pré-moldados de concreto armado em canteiro, em uma edificação industrial, considerando inicialmente, as informações técnicas fornecidas pelos projetos estruturais executivos (parâmetros de entrada):

- 1 – Área Total de Construção = 11.508 m²
- 2 - Prazo Total de Produção = 6 meses
- 3 - Prazo de Produção = 3 meses
- 4- Prazo de Implantação do Canteiro = 1 mês
- 5- Número de pilares = 78 unidades
- 6- Número de vigas = 136 unidades
- 7- Número de painéis de fechamento = 245 unidades
- 8- Número total de elementos pré-moldados = 459 unidades
- 9 – Volume de concreto dos pilares = 240,69 m³
- 10 – Volume de concreto das vigas = 320,90 m³

11 - Volume de concreto dos painéis de fechamento = 548,71 m³

12 - Volume total de concreto dos elementos pré-moldados = 1.110,30 m³

13 - Peso total das armaduras = 154.110 kg

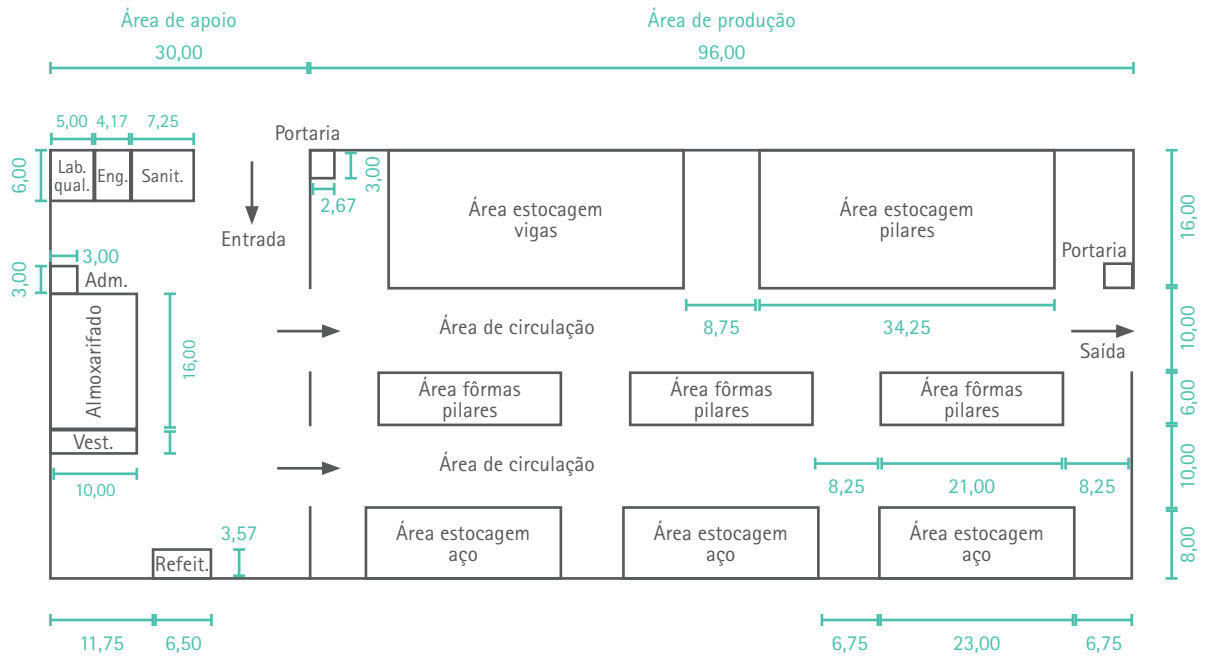
Com a aplicação das equações preditivas, e com as informações técnicas fornecidas nos projetos, calculam-se as áreas ATCP, ACF, AE, ACA, AC, LAC e NMTP, conforme resultados apresentados na **Figura 3**.

No cálculo das ATCP – Área Total do Canteiro de Produção, não estão contempladas as áreas necessárias para apoio e áreas de vivência, tais como as áreas de escritórios administrativos e engenharia, refeitórios, vestiários, sanitários, almoxarifado, ambulatório e portarias.

Com o resultado obtido do NMTP – Número Médio de Trabalhadores na Produção por mês dimensionam-se as áreas de apoio e áreas de vivência no canteiro de obras, tais como as áreas de escritórios da administração, escritórios de engenharia, refeitórios, sanitários, vestiários, almoxarifado e portaria, conforme apresentado a seguir, lembrando que estes valores referem-se apenas aos trabalhadores na produção de pré-moldados de concreto armado. Para estabelecer as áreas totais, há necessidade de considerar também os trabalhadores nas outras etapas de produção do empreendimento, as quais não são objeto desse artigo.

- Escritórios da administração – área mínima de 9,00 m² (parâmetro, número de trabalhadores da área administrativa, considerando 1m²/trabalhador);
- Escritórios de engenharia – área mínima de 25,00 m² (parâmetro, número de trabalhadores na área técnica, considerando 1m²/trabalhador);
- Refeitório – área mínima de 23,20 m² (parâmetro, 0,80 m² vezes o número de trabalhadores na produção);
- Vestiário – área mínima de 29,00 m² (parâmetro, número de trabalhadores na produção, considerando 1m²/trabalhador);
- Sanitários – área mínima de 43,50 m² (parâmetro, 1,50 m² vezes o número de trabalhadores na produção de pré-moldados);
- Almoxarifado – área mínima de 160,00 m² (parâmetro, 0,014 vezes a área da construção, em m²);
- Portaria – área mínima de 16,00 m², sendo 8,00 m² para cada uma das duas portarias, funcionando 24 horas, considerando vigias diferentes para os períodos diurno e noturno (parâmetro, número de vigias, considerando 1m²/vigia).

Figura 3 – Exemplo de leiaute de canteiro de obras com aplicação das equações predictoras – edificação industrial



Áreas

- Administrativo = 9,00m²
- Almoxarifado = 160,00m²
- Engenharia = 25,00m²
- Laboratório qualidade = 30,00m²
- Portarias = 16,00m²
- Refeitório = 23,20m²
- Vestiário = 29,00m²
- Sanitários = 43,50m²

Áreas

- ATCP = 5.040,00m²
- ACF = 355,00m²
- ACA = 550,00m²
- AC = 2.606,00m²
- AE = 1.096,00m²
- LAC = 3,00m²
- NMT = 29 mês

Fonte: elaborado pelo autor

Para melhor compreensão, considerou-se um terreno hipotético de 50 m de frente por 126 m da frente aos fundos, perfazendo uma área total de 6300 m². A área total, portanto, resultante das áreas de produção e de apoio, ficam acima da somatória das áreas estimadas, em aproximadamente 25%, pois há ainda vazios na área de apoio e também espaços de circulação entre as duas áreas, de apoio e de produção.

4 Recomendações

Em razão dos estudos e análises conduzidas, recomenda-se a adoção das equações ajustadas para o dimensionamento preliminar de áreas para o leiaute de canteiro de obras para produção de elementos pré-moldados em concreto armado, em edificações de shopping centers e industriais, sendo:

$$ATCP (m^2) = 1009 + 0,3416*ATC (m^2) - 0,000001*ATC(m^2)*ATC (m^2)$$

$$ACF (m^2) = 207,1 + 0,000960*PTA (kg)$$

$$AE (m^2) = 670,6 + 0,3831*VTCP (m^3)$$

$$ACA (m^2) = - 178 + 0,3423*VTCP (m^3) - 0,000007*VTCP(m^3)*VTCP (m^3)$$

$$AC (m^2) = - 7967 + 12797*PRAZO I C (mês) - 2224*PRAZO I C (mês)* PRAZO*I C(mês)$$

$$LAC (m) = 1,939 + 0,001080*VTCP (m^3) - 0,000000* VTCP(m^3)*VTCP (m^3)$$

$$NMTP (unid) = 16,28 + 0,001052*ATC (m^2)$$

Entretanto, para que tais equações preditivas possam ser utilizadas, devem ser respeitadas as faixas e os limites mencionados nas **Tabelas 3 e 4**.

Tabela 3 – Considerações de faixas e limites em edificações shopping centers

Considerações	Unidade	Faixas e limites
Área construção empreendimento	m ²	35.000 a 103.000
Volume concreto pré-moldado	m ³	6.700 a 20.628
Peso das armaduras	kg	1.060.000 a 2.952.000
Área canteiro produção	m ²	16.000 a 25.000
Prazo total produção pré-moldado	mês	9 a 22
Número médio trabalhadores na produção	mês	70 a 140

Fonte: elaborado pelo autor

Tabela 4 – Considerações de Faixas e Limites em Edificações Industriais

Considerações	Unidade	Faixas e limites
Área construção empreendimento	m ²	10.000 a 42.178
Volume concreto pré-moldado	m ³	483 a 4.528
Peso das armaduras	kg	31.040 a 911.160
Área canteiro produção	m ²	2.500 a 18.933
Prazo total produção pré-moldado	mês	5,5 a 12
Número médio trabalhadores na produção	mês	30 a 75

Fonte: elaborado pelo autor

Para facilitar a aplicação dos parâmetros aqui desenvolvidos, apresenta-se um rápido roteiro, considerando as equações preditivas:

- a) com os dados da área total da construção da edificação, obtidos pelos projetos executivos, calcula-se a área necessária total do canteiro de produção dos elementos pré-moldados de concreto armado, bem como o número médio de trabalhadores por mês, necessários para a produção dos elementos pré-moldados de concreto armado;
- b) com os dados do volume total do concreto pré-moldado, obtidos pelos projetos executivos, calcula-se a área necessária de estocagem e armazenamento dos elementos pré-moldados de concreto armado, bem como a área necessária para a implantação da central de armação e a largura da área de circulação;
- c) com os dados do peso total das armaduras, obtidos pelos projetos executivos, calcula-se a área necessária para a central de fôrmas; e
- d) com os dados do prazo de implantação necessário do canteiro, em função do cronograma da edificação, calcula-se a área de circulação, incluindo circulação de trabalhadores, veículos, caminhões, e equipamentos necessários para a produção dos elementos pré-moldados de concreto armado.

Com a obtenção do NMTP (número médio de trabalhadores para produção dos elementos pré-moldados de concreto armado) dimensionam-se as áreas de apoio à produção, como áreas de estoque de materiais e almoxarifado; equipamentos necessários como caminhão tipo betoneira, caminhão tipo munck, pórticos rolantes ou guias para transporte vertical; e a área de apoio técnico e administrativo, para execução das atividades de gerenciamento do canteiro de obras. Conforme a NR 18 e a NB 1367 – ABNT NBR 12284:1991 – Áreas de vivência (ABNT 1991), calculam-se as áreas mínimas para: recepção e guarita, escritório administrativo, escritório de engenharia, refeitórios, sanitários, vestiários, almoxarifado de ferramentas, almoxarifado de empreiteiro, laboratório de controle tecnológico, vias de circulação para caminhões tipo betoneira e aço, e vias de circulação para os trabalhadores. Com as áreas mínimas definidas, em função da área disponível no canteiro de obras, define-se o leiaute do canteiro de obras, para posterior implantação.

A área final preliminarmente estimada vai depender, portanto, não só das estimativas feitas por meio das equações, mas também do leiaute definido previamente, em razão da experiência do profissional responsável. Observou-se, no exemplo apresentado, que essa área final será superior, o que deve ser considerado.

A construção das edificações desses tipos de empreendimentos demanda prazos de curta duração, sendo que as mobilizações nos canteiros de obras são sempre dependentes dos prazos de construção, variável caso a caso. Assim sendo, é fundamental a consideração de aspectos específicos de cada empreendimento e a experiência dos colaboradores para a definição do melhor leiaute para a implantação das áreas de produção dos elementos pré-moldados de concreto armado, mesmo com a possibilidade de estimar as áreas específicas por meio das equações preditivas. Alguns estudos e análises preliminares são importantes, tais como:

- a) Estudo dos acessos provisórios;
- b) Estudo de reconhecimento da área para avaliar o terreno e realizar sondagens;
- c) Estudo topográfico do terreno;
- d) Estudo com as concessionárias de água, esgoto, telefone e energia elétrica; e
- e) Estudo com licenças de construção e de adequação do canteiro às restrições legais.

É também aconselhável prever uma certa flexibilidade na implantação do canteiro de obras, em razão de possíveis mudanças futuras, considerando alterações de projetos e cronograma do empreendimento.

5 Conclusões

O problema tratado neste artigo surgiu da falta de recomendações na literatura para o projeto preliminar de áreas de trabalho de canteiros de obras voltadas à produção de elementos pré-moldados de concreto armado. O objetivo deste artigo foi tecer recomendações importantes para o dimensionamento preliminar das áreas de canteiro de obras, com base em uma ferramenta preditiva das áreas de trabalho, mais especificamente, um conjunto de equações de predição das áreas necessárias em canteiro para a produção dos elementos pré-moldados de concreto armado, em função de dados iniciais disponíveis em projetos executivos. A ferramenta preditiva consiste em importante instrumento na ação de dimensionamento preliminar das áreas do canteiro de obras, mas é sempre importante a adequação em razão de cada empreendimento, das condições reais do terreno e da experiência dos profissionais envolvidos.

Tais equações de predição mostraram-se eficazes, em razão das aplicações práticas efetuadas, verificando-se a proximidade entre os valores de áreas preditos com os das áreas reais praticadas em casos reais. Reforça-se aqui que o contexto é de dimensionar áreas para implantar a produção de elementos pré-moldados de concreto armado, como pilares, vigas, lajes maciças e painéis de fechamento lateral, em canteiros de obras para edificações industriais e shopping centers, e também os limites que devem ser respeitados para aplicação de tais equações.

Conclui-se que os resultados desta pesquisa, sumarizados nas equações de predição, dão contribuição técnica original e útil ao problema de dimensionamento preliminar de áreas no canteiro de obras, para a produção de elementos pré-moldados de concreto armado.

Ressalta-se que os resultados encontrados para estas equações preditivas foram obtidos apenas com a participação de 11 casos específicos. Os parâmetros e fórmulas de dimensionamento preliminar podem ficar mais consistentes na consideração de um número maior de dados reais de campo e mais visitas técnicas para obtenção de maior significância estatística dos resultados. A aplicabilidade do método desenvolvido neste artigo é limitada pela baixa representatividade das tipologias de shopping centers e indústrias, o que impactou diretamente na margem de erro das estimativas das áreas nos canteiros. Portanto, o aumento de número de dados, mediante pesquisas futuras, deverá conduzir à diminuição das margens de erros das áreas estimadas, já que foi comprovada a alta capacidade preditiva dos parâmetros considerados.

6 Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS- ABNT. **NBR 12284**: Área de vivência em canteiros de obras. Rio de Janeiro, 1991.

ANDRADE JUNIOR, L. V. **Recomendações para projeto preliminar de canteiro de obras para a produção de pré-moldados de concreto armado**. Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado Profissional em Habitação: Planejamento e Tecnologia, Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, 2019.

BRASIL, MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO, **NR-18, Norma Regulamentadora, Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção**, Brasília, 2015.

EL DEBS, M. K. **Concreto pré-moldado**: fundamentos e aplicações. Escola Engenharia São Carlos: Universidade de São Paulo, São Carlos, 2017. 456 p.

FERREIRA, E. A. M.; FRANCO, L. S. **Metodologia para elaboração do projeto do canteiro de obras de edifícios**. Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP, São Paulo, n. BT/PCC/210, 1998. 20p.

LUKKA, K. The Constructive research approach. In: case study research in logistics. **Turku School of Economics and Business Administration**, s. B1, p. 83-101, 2003.

MONTGOMERY, D. C.; PECK, E. A.; VINING, G. G. **Introduction to linear regression analysis**. 5th Edition, 2012. 672 p.

RAO, C. R. **Linear statistical inference and its applications**, Wiley. 1965.



Controle de odor na Indústria: legislação atual e as alternativas de tratamento

Odor control in industry: current legislation and treatment alternatives

Alberto Hideki Nabeshima^a, Danillo Lanzieri Modesto^a,
Guilherme Recuero Ustra^a, Tiaya Gallo Alvarez^a, Silas Derenzo^{a, b*}

Resumo

Este trabalho tem como objetivo reunir informações das atuais legislações aplicáveis para o estado de São Paulo, assim como apresentar tecnologias comumente utilizadas para o controle de odores industriais. Para tanto, foi realizado um levantamento bibliográfico a partir do qual se pode identificar as leis nº 9.477, de 30 de dezembro de 1996; artigos 2 e 14 da lei nº 997, de 31 de maio de 1976; e artigos 33 e 38 do Decreto nº 8.468, de 8 de setembro de 1976. A adsorção física, a condensação, o mascaramento e a neutralização, a absorção (lavagem líquida), a oxidação térmica, a oxidação química e os métodos biológicos apresentaram-se como as tecnologias mais utilizadas.

Abstract

The aim of this work is to gather information of current laws applicable in São Paulo State, as well as presenting technologies commonly used for the control of industrial odors. A bibliographical survey was carried out from which the laws # 9,477, of December 30th, 1996; articles 2 and 14 of the Law # 997, of May 31st, 1976; and articles 33 and 38 of Decree # 8,468, of September 8th, 1976. The physical adsorption, the condensation, the masking and neutralization, the absorption (liquid washing), the thermal oxidation, the chemical oxidation and the biological methods were the most used technologies for odor control.

a Mestrado Profissional em
Processos Industriais do IPT, São
Paulo – SP, Brasil

b Laboratório de Processos
Químicos e Tecnologia de
Partículas, Instituto de Pesquisas
Tecnológicas do Estado de São
Paulo S.A., São Paulo-SP, Brasil.

E-mail: derenzo@ipt.br

Palavras-chave:

controle de odor; tecnologia;
legislação.

Keywords:

odor control; technology;
legislation..

1 Introdução

A atividade industrial sempre gerou odores no ar ambiente que foram e ainda são capazes de preocupar a população ao redor. Apesar da implementação de regulamentações ambientais mais rigorosas abordadas também neste estudo, este problema permanece ainda mais presente, uma vez que, em determinados locais, novos setores comerciais e residenciais são desenvolvidos na proximidade dessas fontes. Cada um dos compostos químicos possui características diferentes em relação à sua solubilidade em água ou outro solvente, seu limiar olfativo e sua pressão parcial que asseguram que as tecnologias atualmente utilizadas sejam limitadas, seja no que diz respeito à eficácia do tratamento, seja no tempo de vida útil dos materiais utilizados. Para tais situações em que um problema de espaço e de utilização de tecnologias compactas atinge limites, seria altamente desejável dispor de tecnologias alternativas. (MARTIN BEAULIEU et al., 2016)

De acordo com a revisão bibliográfica, alternativas foram identificadas e mostraram-se comumente utilizadas em atendimento a diversos tipos de ambientes e processos que envolvam emissões e controle de odor que serão apresentadas neste artigo.

2 Objetivos

O objetivo principal desse artigo é o de apresentar e realizar uma análise das principais tecnologias existentes para tratamento de odores de diferentes fontes industriais. Para tal, estabeleceram-se os seguintes objetivos específicos:

- fazer um levantamento da legislação vigente no estado de São Paulo;
- descrever as tecnologias de tratamento comumente disponíveis.

3 Revisão bibliográfica

Inicialmente, é feita uma abordagem dos órgãos públicos no que se refere ao controle e monitoramento de emissão de odores e em seguida são apresentados os principais métodos aplicáveis para o controle de poluição por odor.

3.1 Legislação referente às emissões de odor

São escassas as literaturas técnicas brasileiras e legislações nacionais no que se refere a parâmetros e métodos para medição da emissão de odores na atmosfera, incumbindo assim aos estados da federação determinar suas próprias referências de controle através de suas agências ambientais, por esta razão, a apuração da literatura no que diz respeito a sua regulamentação, será direcionada ao estado paulista. Mas antes, é importante trazer a definição da palavra "emissão" segundo o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), que a descreve como "lançamento na atmosfera de qualquer forma de matéria sólida, líquida ou gasosa". Essa definição constatada na Resolução nº 382, de 26 de dezembro de 2006, nos ajuda a compreender que a percepção do odor é proveniente do carreamento de substâncias sólidas, líquidas ou gasosas contidas num fluxo efluente e então nos permite compreender que o odor também pode ser considerado como poluente, pois, para Belli et al. (1998) "os maus odores são uma mistura complexa de moléculas químicas tais como enxofre (H_2S , mercaptanas), nitrogênio (NH_3 e aminas), fenóis, aldeídos, álcoois e ácidos graxos". Acerca disto, Gostelow et al (2001, apud DE MELO LISBOA, 2009) esclarece como é feita a interpretação fisiológica de cada indivíduo:

"A interpretação fisiológica de um odor implica em julgar o quão forte, agradável ou desagradável ele é. Odores desagradáveis estão em geral associados a coisas desagradáveis. Os odores provenientes de uma estação de tratamento de esgotos estão geralmente associados à decomposição biológica da matéria orgânica. Embora um odor possa ser não tóxico, sua associação à decomposição biológica pode indicar algo a se evitar, ou um eventual risco à saúde."

A respeito das dificuldades em mensurar o odor para que então seja feito o seu controle, segundo Belli et al. (1998, apud DE MELO LISBOA, 2009) é compreendido que:

"Para controlar odores, deve-se primeiramente saber medi-los, o que não é fácil devido à sua subjetividade. A resposta de um indivíduo a um odor é altamente subjetiva - diferentes pessoas acham ofensivos diferentes odores e em diferentes concentrações. As técnicas de medidas dos odores são divididas em duas classes: medidas sensoriais, que empregam o nariz humano e medem os efeitos do odor do modo como é percebido pelo observador, e medidas analíticas, que o caracterizam em termos de sua composição química e procuram quantificar os odores presentes. Entretanto, ambos os métodos estão longe de serem ideais: medidas sensoriais podem ser afetadas por fatores subjetivos e a interpretação dos resultados deve ser feita com muito cuidado. Medidas analíticas são tão mais complicadas quanto o número de odorantes presentes, especialmente para concentrações próximas aos limites de detecção. Nosso incompleto entendimento sobre o processo de percepção do odor torna ambos os procedimentos muito difíceis".

A partir desta subjetividade para interpretação, as agências reguladoras estaduais têm se esforçado para determinar um padrão ou método para avaliação. No estado de São Paulo, por exemplo, é através da Lei nº 9.477, de 30 de dezembro de 1996, que dispõe sobre o controle da poluição do meio ambiente por meio do art. 2, que fora acrescentado vinte anos depois ao art. 14 da Lei nº 997, de 31 de maio de 1976, que discorre:

Artigo 14 - Para garantir a execução do Sistema de Prevenção e Controle da Poluição do Meio Ambiente previsto nesta lei, em seu regulamento e nas normas dela decorrentes, ficam assegurados aos agentes credenciados do órgão competente a entrada, a qualquer dia ou hora, e a permanência, pelo tempo que se tornar necessário, em estabelecimentos públicos ou privados.

E então complementado com o art. 2.º:

Artigo 2.º - Fica acrescentado ao Artigo 14, da Lei n. 997, de 31 de maio de 1976, o parágrafo único com a seguinte redação:

Parágrafo único - Para os fins do disposto neste artigo, o órgão ambiental competente poderá ainda exigir que os responsáveis pelas atividades efetivas ou potencialmente poluidoras:

I - apresentem, quando solicitado, o plano completo de desenvolvimento de suas atividades ou de seu processamento industrial, bem como dos sistemas de tratamento existentes, do lançamento de resíduos em qualquer estado da matéria ou, ainda, de emissão de ruídos, vibrações, radiações ou outras formas de energia ou substâncias odoríferas;

II - apresentem plano de auto monitoramento de suas fontes cabendo aquele órgão aprovar a frequência de realização de amostragens, os pagamentos a serem monitorados e a frequência na entrega dos relatórios;

III - instalem e operem equipamentos automáticos de medição, para monitoramento das quantidades e qualidades dos poluentes emitidos;

IV - comprovem a quantidade e qualidade dos poluentes emitidos, através de realização de amostragem e análise, utilizando-se de métodos aprovados pelo referido órgão.

Por meio do art. 33 do Decreto nº 8.468, de 8 de setembro de 1976, é determinado em duas alíneas os meios de constatação e valores de referência para definição de emissão de odores, descrevendo que:

Artigo 33 - Fica proibida a emissão de substâncias odoríferas na atmosfera, em quantidades que possam ser perceptíveis fora dos limites da área de propriedade da fonte emissora.

Parágrafo único - A critério da CETESB, a constatação da emissão de que trata este parágrafo, será efetuada:

- 1) por técnicos credenciados da CETESB;
- 2) com referência às substâncias a seguir enumeradas, através de sua concentração no ar, por comparação com o Limite de Percepção de Odor (LPO):

A **Tabela 1** apresenta o limite de percepção de odor para algumas substâncias químicas de interesse industrial, expresso em parte por milhão (ppm).

Tabela 1 – Concentração da substância para determinação do LPO (continua...)

Substância	LPO, ppm (v/v)	Substância	LPO, ppm (v/v)
01. Acetaldeído	0,21	19. Dimetilamina	0,047
02. Acetona	100,00	20. Dimetilacetamida	46,8
03. Ácido acético	1,00	21. Dimetilformamida	100,00
04. Ácido butírico	0,001	22. Dimetilsulfeto	0,001
05. Ácido clorídrico gasoso	10,00	23. Dissulfeto de carbono	0,21
06. Acrilato de etila	0,00047	24. Estireno	0,01
07. Acroleína	0,21	25. Etanol (sintético)	10,0
08. Acrilonitrila	21,4	26. Éter difenílico	0,1
09. Amônia	46,8	27. Etil-mercaptana	0,001
10. Anilina	1,0	28. Fenol	0,047
11. Benzeno	4,68	29. Formaldeído	1,0
12. Bromo	0,047	30. Fosfina	0,021
13. Cloreto de alila	0,47	31. Fosgênio	1,0
14. Cloreto de benzila	0,047	32. Metacrilato de metila	0,21
15. Cloreto de metila	10,00	33. Metanol	100,00
16. Cloreto de metileno	214,00	34. Metilacetona	10,0
17. Cloro	0,314	35. Metil-mercaptana	0,0021
18. Dicloreto de enxofre	0,001	36. Metilisobutilcetona	0,47

Tabela 1 – Concentração da substância para determinação do LPO (continuação)

Substância	LPO, ppm (v/v)	Substância	LPO, ppm (v/v)
37. Monoclorebenzeno	0,21	48. Tetracloroeto de carbono	21,4
38. Metilamina	0,021	(a partir da cloração de dissulfeto de carbono)	
39. Nitrobenzeno	0,0047	49. Tetracloroeto de carbono (a partir da cloração do metano)	100,00
40. p-Cresol	0,001	50. Di-isocianato de tolueno	2,14
41. p-Xileno	0,47	51. Tolueno (do coque)	4,68
42. Percloroetileno	4,68	52. Tolueno (do petróleo)	2,14
43. Piridina	0,021	53. Tricloroacetaldeído	0,047
44. Sulfeto de benzila	0,0021	54. Tricloroetileno	21,4
45. Sulfeto difenílico	0,0047	55. Trimetil-amina ou Trimetilamina	0,00021
46. Sulfeto de hidrogênio (a partir de dissulfeto de sódio)	0,0047		
47. Sulfeto de hidrogênio (gasoso)	0,00047		

Fonte: adaptado de ALESP Lei 997/76, Decreto 8.468/76.

Complementando o Decreto n° 8.468, o art. 38 fixa a inserção de sistema nos processos que demandam substâncias odoríferas provenientes de fontes por ela definida, como segue:

Artigo 38 - As substâncias odoríferas resultantes das fontes a seguir enumeradas deverão ser incineradas em pós-queimadores, operando a uma temperatura mínima de 750 °C (setecentos e cinquenta graus Celsius), em tempo de residência mínima de 0,5 segundo (cinco décimos de segundo), ou por outro sistema de controle de poluentes, de eficiência igual ou superior:

- I - torrefação e resfriamento de café, amendoim, castanha de caju e cevada;
- II - autoclaves e digestores utilizados em aproveitamento de matéria animal;
- III - estufas de secagem ou cura para peças pintadas, envernizadas ou litografadas;
- IV - oxidação de asfalto;
- V - defumação de carnes ou similares;
- VI - fontes de sulfeto de hidrogênio e mercaptanas;
- VII - regeneração de borracha.

Concomitante, a Federação das Indústrias do Estado de São Paulo (FIESP) recomenda:

Caso não haja possibilidade de realizar melhorias na operação do processo que origina o poluente ou mesmo substituir matérias primas ou combustíveis, é importante verificar a possibilidade de se utilizar um Equipamento de Controle de Poluição (ECP) na fonte poluidora, pois sua função será de remover poluentes do fluxo de material emitido para a atmosfera.

Para a escolha de um ECP adequado, variáveis de processo e de característica dos materiais emitidos devem ser analisadas, para garantir que o equipamento projetado tenha uma eficiência de remoção do poluente suficiente, de forma que a emissão de poluentes para atmosfera, pós ECP, seja a mínima possível e em acordo com a legislação aplicável.

Assim, é possível descrever alguns ECPs que tem como propósito a redução de odores.

3.2 Equipamento de controle de poluição

Existem duas formas aplicáveis de controle de emissões de ar: controle de origem e controle secundário. O controle de origem ou primário envolve a redução das emissões por meio de substituição, redução ou reciclagem de matéria prima, alteração do processo, segregação territorial (residencial e industrial) entre outros, entretanto, esses mecanismos de redução podem afetar a qualidade do produto ou podem aumentar os custos envolvidos na operação. Já o controle secundário envolve o tratamento do efluente gasoso após ser produzido (DEFRA, 2010; DEVINNY et al., 1999).

Exemplos típicos de fontes potencialmente emissoras de odores ofensivos incluem atividades industriais e agrícolas, indústrias de alimentos, fábricas de processamento de subprodutos de origem animal, aterros sanitários, criação intensiva de animais, fundições, parques petroquímicos, matadouros, fábricas de papel e celulose, usinas de compostagem entre outros (BRANCHER et al., 2016; BRANCHER et al., 2017).

A escolha da tecnologia para tratamento de odores é, geralmente, ditada por condicionalismos econômicos e ecológicos e dependem da natureza do composto que está sendo tratado, da concentração, da vazão e do modo de emissão do fluxo de resíduos gasosos. Os odores podem ser efetivamente removidos ou tratados utilizando os seguintes métodos (DEFRA, 2010):

- Métodos Físicos: adsorção física, condensação, filtração por membranas, enclausuramento, diluição;
- Métodos Químicos: mascaramento, lavagem (absorção), ozonização, fotólise, incineração, foto catálise;
- Método Biológico: biofiltração, biolavadores.

Os métodos físico-químicos foram amplamente implementados como consequência de sua rápida montagem em campo, tempo de residência geralmente baixo e experiência e *know-how* consolidado na concepção e operação. Essas técnicas são, habitualmente, baseadas na transferência de odorantes da fase gasosa para uma fase sólida (adsorção) ou líquida (absorção). Quando ocorre a transferência de fase do poluente, um novo resíduo é gerado e que necessitará de atenção. Além disso, há a possibilidade de formação de subprodutos ainda mais tóxicos que os poluentes originais (BRANCHER, 2017).

Nas últimas décadas os sistemas biológicos têm sido cada vez mais utilizados devido à sua capacidade de tratar com eficiência emissões de odor com baixos custos operacionais. As principais vantagens dos bioprocessos em relação às suas contrapartes físicas e químicas derivam da sua baixa geração de resíduos secundários e baixa demanda de recursos, tais como produtos químicos ou meios adsorventes. Por outro lado, usualmente os processos biológicos necessitam tempos de residência maiores (ALFONSÍN et al., 2015; BRANCHER, 2017).

3.2.1 Métodos físicos

Os métodos de tratamentos físicos utilizam barreiras físicas, diluição em meio aquoso e aumento da concentração de oxigênio para remoção dos compostos odoríferos. Esses métodos são descritos a seguir.

3.2.1.1 Condensação

Os contaminantes dos efluentes gasosos que estão concentrados e têm um ponto de ebulição elevado podem parcialmente ser recuperados pelo resfriamento simultâneo e pela compressão dos vapores gasosos, denominado como condensação. Essa técnica é economicamente viável para os vapores concentrados onde há algum reciclo ou valor agregado ao processo de recuperação e é frequentemente utilizada em conjunto com tecnologias adicionais para garantia de conformidade com os padrões de emissão regulamentares (CASA, 2015; DEVINNY et al, 1999). O **Quadro 1** apresenta as principais vantagens e considerações em relação à tecnologia de condensação.

Essa tecnologia é normalmente utilizada junto a sistemas contendo hidrocarbonetos em aplicações petrolíferas e também em outras fontes de compostos orgânicos quentes e voláteis (DEFRA, 2010).

Quadro 1 – Vantagens e considerações da tecnologia de condensação

Vantagens	Considerações
Potencial para reutilização do produto recuperado.	Pequena gama de uso e aplicação.
Aplicável a altas concentrações de VOC.	Requer instalação elétrica específica e fatores de segurança adicional devido aos níveis de VOC.
Pode ser acoplado com tecnologias de adsorção.	Requer conhecimento técnico específico para operação.
Baixos a moderados custos operacionais	Se o solvente não for reutilizado, gera efluentes com resíduos perigosos.

Fonte: adaptado de CASA, 2015

3.2.1.2 Adsorção física

O processo de adsorção geralmente ocorre em um leito fixo ou fluidizado de material adsorvente, como carbono ativado ou pellets de alumínio impregnados com permanganato. Esses materiais são altamente porosos e, conseqüentemente, há uma grande área de superfície sobre a qual a adsorção de compostos odoríferos pode ocorrer (DEVINNY et al, 1999; DEFRA, 2010).

Esta tecnologia é geralmente utilizada para controlar compostos orgânicos voláteis (VOC, na sigla em inglês) com baixas pressões de vapor e massas moleculares elevadas, mas também pode ser utilizada para gases inorgânicos e alguns vapores metálicos. A eficácia de um sistema de adsorção é uma função da taxa de fluxo de ar, o carregamento total de compostos do fluxo e os componentes individuais do fluxo. Uma vez que a camada ativada atingiu a capacidade de adsorção, o material deve ser removido e tratado ou trocado, aumentando os custos operacionais do sistema (DEVINNY et al, 1999; DEFRA, 2010). Uma aplicação muito comum de carvão ativado é na redução dos odores de cozinha comerciais, restaurantes e *drive-thrus* (DEFRA, 2010). O **Quadro 2** apresenta as principais vantagens e considerações em relação à tecnologia de adsorção.

Quadro 2 – Vantagens e considerações da tecnologia de adsorção

Vantagens	Considerações
Eficaz em uma gama de contaminantes.	Adsorvente precisa ser substituído ou regenerado periodicamente.
Apropriado para remoção de odores.	Não é adequado para fluxos odoríferos contendo excesso de água, graxa, óleo ou matéria particulada (superfície adsorvente pode entupir).
Particularmente adequado para baixas temperaturas.	Não é adequado para aplicação de alta temperatura.
Equipamentos e componentes são mais simples e os sistemas são fáceis de operar.	Fluxo de regeneração requer mais tratamento.
Pode ser usado como concentrador à frente da oxidação térmica ou na recuperação e condensação de solventes.	Alto custo no caso de substituição do adsorvente.

Fonte: adaptado de CASA, 2015.

3.2.2 Métodos químicos

Os métodos de tratamentos químicos utilizam substâncias químicas para remoção de poluentes por meio de transformação química do contaminante odorante, seja em fase líquida seja em fase gasosa, através de sua reação química. Esses métodos são descritos a seguir.

3.2.2.1 Mascaramento e neutralização

Os agentes mascarantes e neutralizantes são pulverizados, misturados e aplicados a líquidos odoríferos, superfícies ou gases para mitigar os efeitos adversos de odor. Os agentes que são aplicados diretamente nas substâncias ou nas fontes de odor podem mascarar, inibir e impedir que os lançamentos de odor sejam criados ou liberados. Embora não necessariamente elimine o odor, muitas vezes o agente mascarante, cujo odor é mais agradável, o substitui como fonte da percepção humana. Tratamentos de superfície são usados, principalmente, em instalações pecuárias, instalações de bioresíduos, compostagem e locais onde as fontes têm grandes áreas de superfície (CASA, 2015).

O **Quadro 3** relaciona a vantagem e consideração desse método.

Quadro 3 – Vantagem e consideração da tecnologia de mascaramento

Vantagens	Considerações
Dependendo da substância utilizada, esta ferramenta é de fácil implementação.	Eficiência pode variar com as condições meteorológicas.

Fonte: adaptado de CASA, 2015

3.2.2.2 Absorção (lavagem líquida)

A lavagem líquida de gases envolve o contato entre o fluxo de gás odorífero e um líquido de lavagem. As soluções absorventes usadas com mais frequência são:

- hidróxido de sódio - ideal para a absorção de sulfeto de hidrogênio e mercaptanas;
- aminas - usada para reter sulfeto de hidrogênio ou gases hidrocarbonetos de refinarias de petróleo;
- cloro, hipoclorito de sódio, permanganato de potássio, ozônio ou peróxido de hidrogênio - eficazes para absorver e reagir compostos orgânicos insaturados; e
- ácido sulfúrico diluído - usado para absorver amônia (CASA, 2015; DEFRA, 2010).

Os principais tipos de equipamentos de absorção de gás incluem torres de enchimento, torres de bandejas, torres de borrifos, lavadores tipo Venturi e purificadores de leito fluidizado. É importante que as correntes de vapor úmido quente sejam resfriadas antes de entrar em contato com a lavagem. Condensadores diretos ou indiretos podem ser usados para condensar a umidade do fluxo odorífero (o condensador indireto é preferido) (DEFRA, 2010). O **Quadro 4** relaciona as principais vantagens e considerações em relação à tecnologia de lavagem de gases. Uma aplicação da lavagem a vapor úmido é nos gases provenientes do tratamento de lodo de esgoto, em que é alta a proporção de odorantes solúveis nas correntes de odor (DEFRA, 2010).

Quadro 4 – Vantagens e considerações da tecnologia de absorção

Vantagens	Considerações
Eficácia para contaminantes odoríferos solúveis.	Gera efluente líquido que requer tratamento.
Lida com ampla faixa de concentração de contaminantes.	Requer manutenção contínua e conhecimento técnico para operação.
Adequado para aplicações úmidas.	Não adequado para altas temperaturas.
Pode operar com fluxos gasosos com partículas.	Algumas soluções possuem odor desagradável.

Fonte: adaptado de CASA, 2015

3.2.2.3 Oxidação térmica

Os sistemas térmicos podem utilizar vários métodos diferentes destinados a oxidar os compostos odoríferos com a adição de calor e combustão. A oxidação térmica converte compostos odoríferos em água e dióxido de carbono e pode incluir oxidantes térmicos e oxidantes térmicos catalíticos (CASA, 2015).

A incineração térmica e a catalítica são processos de tratamento amplamente utilizados e eficazes para gases residuais. A incineração térmica envolve a combustão de poluentes em temperaturas de 700 °C a 1400 °C enquanto a catalítica permite operar com temperaturas de processo entre 300 °C e 700 °C, utilizando catalisadores como platina, paládio e rubídio. A incineração é a técnica secundária mais utilizada em tratamentos gasosos, porém os custos são elevados para vapores poluentes de baixa concentração devido à necessidade de grandes quantidades de combustível. Os sistemas de calor regenerativos ou de recuperação são usados frequentemente como uma tentativa de reduzir esses custos de operação de combustível. Em geral, a tecnologia é mais adequada para fluxos concentrados com taxas moderadas (DEVINNY; DESHUSSES; WEBSTER, 1999). O **Quadro 5** consolida as principais vantagens e considerações em relação à tecnologia de oxidação térmica.

Quadro 5 – Vantagens e considerações da tecnologia de oxidação térmica/incineração

Vantagens	Considerações
Alta eficiência na conversão de compostos odoríferos.	Altos custos de capital.
Curto tempo de residência.	Catalizadores requerem regeneração ou substituição ao longo do tempo.
O calor residual pode ser recuperado para pré-aquecimento do gás odorífero de entrada e outros usos na instalação.	-
Aplicável a uma ampla gama de contaminantes.	-

Fonte: adaptado de CASA, 2015

3.2.2.4 Oxidação química

Do ponto de vista químico, uma reação de oxidação/redução é aquela que envolve transferência de elétrons entre os reagentes. Para que isto ocorra, deve-se ter um elemento que perde elétrons (se oxida), enquanto o outro elemento ganha elétrons, ou seja, se reduz. Sob uma ótica mais aplicada ao tratamento de efluentes e remediações de solos contaminados, a oxidação química é uma forma de transformar moléculas ambientalmente indesejáveis em outras moléculas menos tóxicas, para que estas passem a ser assimiladas de modo mais harmonioso nos ciclos da natureza. A oxidação pode ser completa ou parcial. Algumas vezes, quando a oxidação se dá de modo incompleto, nem sempre se pode garantir que o subproduto (ou subprodutos) formado será menos tóxico que o composto de partida. No entanto, a oxidação total (também chamada de mineralização) de um composto orgânico gera como produto final dióxido de carbono, água e íons inorgânicos caso haja algum heteroátomo na molécula de tratamento (JARDIM; CANELA, 2004).

Os oxidantes químicos são frequentemente usados em tratamento de águas (como agentes de desinfecção e remoção de odor) e efluentes. Os mais comuns são apresentados no **Quadro 6** (JARDIM, CANELA, 2004).

Quadro 6 – Principais oxidantes químicos para uso de tratamento de efluentes

Composto	Fórmula molecular
Peróxido de hidrogênio	H_2O_2
Ozônio	O_3
Cloro (gás)	Cl_2
Dióxido de cloro	ClO_2
Permanganato de potássio	$KMnO_4$

Fonte: adaptado de JARDIM e CANELA, 2004

3.2.3 Métodos biológicos

Outra alternativa para o tratamento de odor consiste na atuação de microrganismos para decompô-lo. Esses sistemas estão em uso desde os anos 1980 na Europa e 1990 nos Estados Unidos (COOPER&ALLEY, 2011). Assim, os sistemas de tratamento com componentes biológicos utilizam microrganismos para decompor compostos odoríferos e reduzir as liberações de odor. Os componentes biológicos podem ser pulverizados no fluxo de ar odorífero, no entanto, os sistemas mais comuns passam o fluxo de ar através de um meio de suporte poroso (biodepurador) no qual se encontra uma população de microrganismos. Pode ser adicionado um elemento à combinação geral na forma de um biofiltro por meio do qual os gases que emanam do biodepurador são passados antes da sua liberação para a atmosfera. (DEFRA, 2010; FINN, LARRY J.; GA, MARIETTA, 2000). O **Quadro 7** consolida as principais vantagens e considerações em relação à tecnologia de tratamentos biológicos.

Quadro 7 – Vantagens e considerações da tecnologia de tratamento biológico de gases

Vantagens	Considerações
Sistema autossustentável durante um período prolongado de tempo.	Apresenta demora de resposta frente a altas flutuações de concentração de contaminantes.
Aplicável a contaminantes biodegradáveis solúveis em água.	Não eficaz para fluxos com alta concentração de contaminantes.
Potencial de alta eficiência de remoção.	Requer maior tempo de residência, maior área de operação e conhecimento técnico específico para manutenção.
Baixos custos operacionais	Necessita manter o ambiente úmido para favorecer o crescimento microbiano
-	Não tolera altas temperaturas e pesticidas.

Fonte: adaptado de CASA, 2015

O sucesso do tratamento reside na seleção adequada do microrganismo que possa tratar o poluente, a umidade, pH e demais condições operacionais do sistema, bem como, um projeto que proporcione um tempo de residência adequado (COOPER & ALLEY, 2011).

Ainda em escala experimental, uma opção para o tratamento biológico aplicado em gases pouco solúveis em água está em desenvolvimento e, consiste na utilização de uma membrana para concentrar o gás e direcioná-lo para a fase úmida contendo os microrganismos responsáveis pela decomposição dos compostos odoríferos (FITCH, 2005).

4 Conclusões e recomendações

Observou-se com este trabalho que a legislação em nível federal para controle de emissão de poluentes odoríferos é menos restritiva, transferindo aos estados brasileiros essa competência. No estado de São Paulo, para o qual essa pesquisa foi direcionada, o Decreto 8.468, de 8 de setembro de 1976, apresenta uma relação de substâncias e seus respectivos valores de limite de percepção de odor, mas ainda não é clara, quanto aos métodos de controle, salvo pelo art. 38, que determina o tratamento por incineração de algumas fontes, mas ainda assim é subjetiva para o tratamento das demais fontes geradoras de odor.

Apesar do rigor no controle ambiental, existe uma lacuna na legislação brasileira no que tange a emissão de odor. Consideram que muitos desses efluentes são percebidos como desagradáveis, ainda que não sejam agressivos ao meio ambiente, são abordados como um assunto de baixa relevância, sendo controlado basicamente em função de exigências da sociedade.

São diversas as possibilidades de redução de odor, por exemplo, realizar melhorias no processo que os gera ou até mesmo a substituição da sua matéria prima. Na impossibilidade destas alterações, o uso de outras técnicas de controle é uma opção importante. São várias as alternativas e cada qual com sua peculiaridade, tecnologia, valor de investimento, eficiência e outros fatores que requerem um estudo específico para a sua adequada aplicação.

Estas técnicas têm apresentado relevantes resultados e vêm se desenvolvendo ao longo do tempo. É interessante observar que, apesar das lacunas nas legislações brasileiras, o mercado tem se preocupado em desenvolver e adotar tais medidas, indicando o seu real compromisso com a sociedade ou a mera preocupação à vinculação de sua imagem.

5 referências

ALFONSÍN, C. et al. Selection of odour removal technologies in wastewater treatment plants: A guideline based on Life Cycle Assessment. **Journal Of Environmental Management**, [s.l.], v. 149, p.77-84, fev. 2015. Elsevier BV.

ALLIEVI, Maria Joana. **Tratamento de odores de sistema de esgotamento sanitário através de biofiltração**. 2015. 80 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Sanitária e Ambiental, UFSC, Florianópolis, 2015.

ASSEMBLEIA LEGISLATIVA DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Lei nº 997**, de 31 de maio de 1976. Disponível em: <<https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/lei/1976/lei-997-31.05.1976.html>>. Acesso em: 24 jul. 2019.

_____. **Decreto no 8.468**, de 8 de setembro de 1976. Disponível em: <<https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/decreto/1976/decreto-8468-08.09.1976.html>>. Acesso em: 24 jul. 2019.

_____. **Lei No 9.477**, de 30 de dezembro de 1996. Disponível em: <<https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/lei/1996/lei-9477-30.12.1996.html>>. Acesso em: 24 jul. 2019.

BELLI, F. P.; WOLFF, D.B.; CARVALHO, C.M.; COSTA, R.H.R.; RIBEIRO, L.G., Gestão de odores e biodesodorização em um sistema de tratamento de esgoto sanitário. **In: CONGRESSO INTERAMERICANO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL**, 27., 1998, n. 1, p. 1-7.

BRANCHER, M. **Improvement of regulatory strategies for environmental odour management**. 2017. 199 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2017.

BRANCHER, M. et al. Odour impact criteria in south american regulations. **Chemical Engineering Transactions**, [s.l.], v. 54, p.169-174, set. 2016. AIDIC: Italian Association of Chemical Engineering.

CASA. Clean Air Strategic Alliance. **Good practices guide for odor management in Alberta**. From prevention and mitigation to assessment and complaints. CASA: Edmonton: 92 p. 2015,

CARVALHO, Cleide Martins de. Odor e biodesodorização em reatores anaeróbios. 2001. 83 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Ambiental, UFSC, Florianópolis, 2001.

CONAMA - CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução nº 382**, de 26 de dezembro de 2006. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=520>>. Acesso em: 24 Jul. 2019.

COOPER, C.D.; ALLEY, F.C., Air pollution control, 4.ed.: A Design Approach, Waveland Press, Long Grove, 2011.

DE MELO LISBOA, H.; PAGE, T.; GUY, C. Gestão de odores : fundamentos do Nariz Eletrônico. **Eng. Sanit Ambient**. v. 14, n. 1, p. 9–18, 2009.

DEFRA. Department for Environment, **Food and Rural Affairs**. Odour Guidance for Local Authorities. London: DEFRA, p.110, 2010.

DEVINNY, Joseph S.; DESHUSSES, Marc A.; WEBSTER, Todd Stephen. **Biofiltration for Air Pollution Control**. : CRC Press, 1999. 318 p.

FIESP - FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Emissões atmosféricas**. Disponível em: <<https://www.fiesp.com.br/temas-ambientais/ver-todos/emissoes-atmosfericas/>>. Acesso em: 24 Jul. 2019.

FINN, LARRY J.; GA, MARIETTA. **Odor Control System**. United States Patent, Patent number 6,087,159, July 11th 2000.

FITCH, M., Membrane bioreactor technology. In: SHAREEFDEEN, Z.; SINGH, A. ed. **Biotechnology for odor and air pollution control**. Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2005. cap. 9.

JARDIM, Wilson F.; CANELA, Maria Cristina. **Caderno Temático Volume 01**: Campinas: Laboratório de Química Ambiental - LQA, 2004.

MARTIN BEAULIEU, SAINTE-FOY; STÉPHANE CHABOT, LÉVIS; YVES CHAREST, ANCIENNE-LORETTE. **Methods for treating odors**. United States Patent, Patent number 9,522,206 B2, December 20th 2016.

