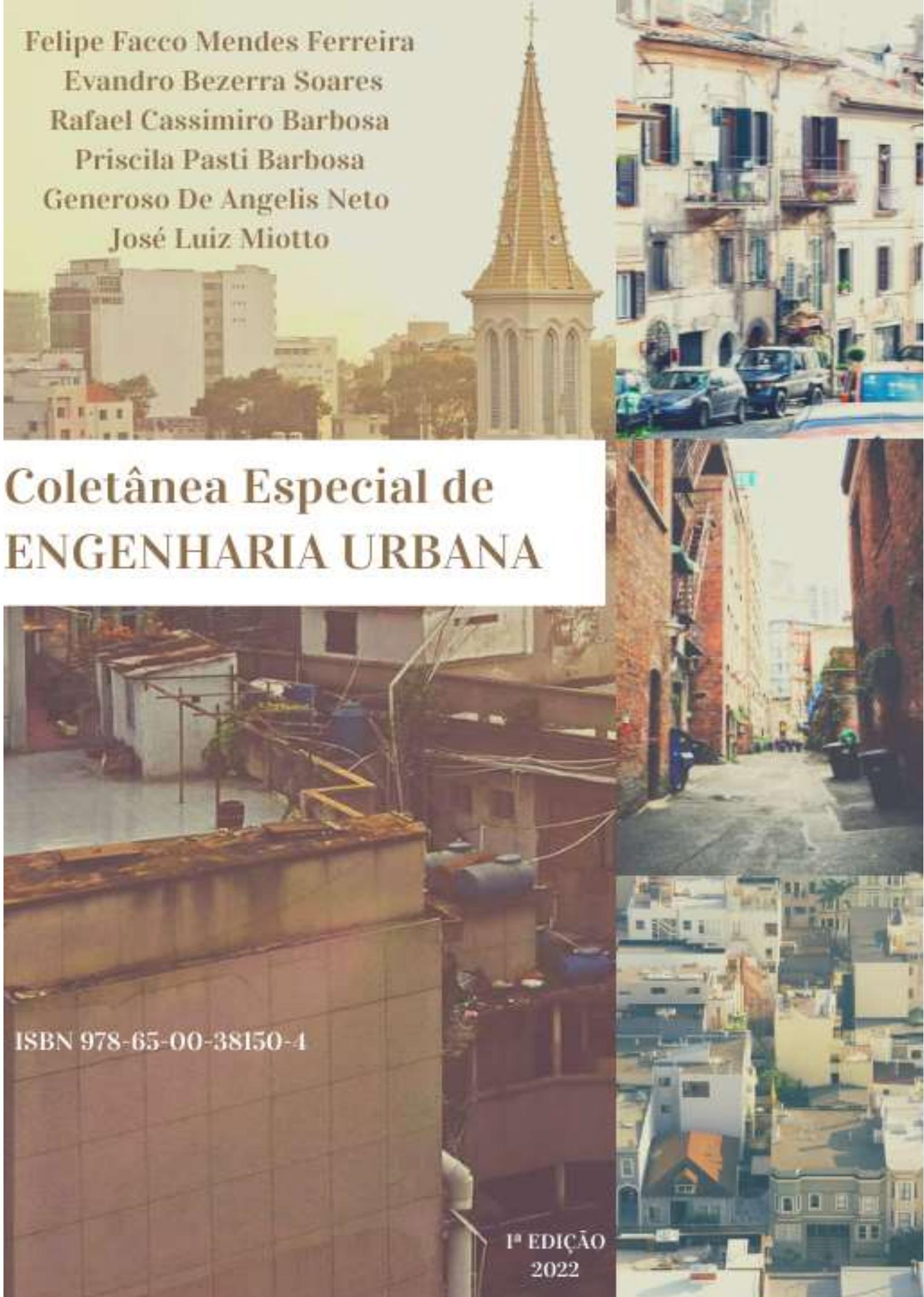


Felipe Facco Mendes Ferreira  
Evandro Bezerra Soares  
Rafael Cassimiro Barbosa  
Priscila Pasti Barbosa  
Generoso De Angelis Neto  
José Luiz Miotto

# Coletânea Especial de ENGENHARIA URBANA

ISBN 978-65-00-38150-4

1ª EDIÇÃO  
2022



**Felipe Facco Mendes Ferreira  
Evandro Bezerra Soares  
Rafael Cassimiro Barbosa  
Priscila Pasti Barbosa  
Generoso De Angelis Neto  
José Luiz Miotto  
Organizadores**

# **COLETÂNEA ESPECIAL DE ENGENHARIA URBANA**

**PERIÓDICO REASE  
2021**

## APRESENTAÇÃO

Olá caro leitor, seja bem-vindo!

A **Coletânea Especial de Engenharia Urbana** foi organizada com conteúdos científicos das áreas de Engenharia Urbana especialmente selecionados por pesquisadores da área.

Os artigos organizados como capítulos desta coletânea, visam garantir maior visibilidade dos mesmos por meio de um canal de comunicação acessível para muitos leitores e facilitando assim, o compartilhamento do conteúdo.

Esta publicação no formato e-book conta com 5 trabalhos e biografia dos autores.

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
(eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)**

C694 Coletânea especial de engenharia urbana / Organizadores Felipe Facco Mendes Ferreira... [et al.]. – São Paulo, SP: Ed. do Autor, 2022.  
82 p. : 16 x 23 cm

Inclui bibliografia  
ISBN 978-65-00-38150-4

1. Engenharia urbana. I. Ferreira, Felipe Facco Mendes.  
II. Soares, Evandro Bezerra. III. Barbosa, Rafael Cassimiro.  
IV. Barbosa, Priscila Pasti. V. Angelis Neto, Generoso De. VI. Miotto, José Luiz.

CDD 620

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

1ª Edição - Copyright© 2022 dos autores.

Direito de Edição reservado à Revista REASE.

O conteúdo de cada capítulo é de inteira e exclusiva responsabilidade do(s) seu(s) respectivo(s) autor(es).

As normas ortográficas, questões gramaticais, sistema de citações e referencial bibliográfico são prerrogativas de cada autor(es).

---

*Editora-Chefe* Dra. Patrícia S. Ribeiro

*Revisão* Os autores

*Projeto Gráfico* Ana Cláudia Néri Bastos/ Talita Tainá Pereira Batista

*Conselho Editorial* Alfredo Oliveira Neto, UERJ, RJ

José Fajardo, Fundação Getúlio Vargas

Jussara C. dos Santos, Universidade do Minho

María Valeria Albardonedo, Universidad Nacional del Comahue, Argentina

Uaiana Prates, Universidade de Lisboa, Portugal

José Benedito R. da Silva, UFSCar, SP

Pablo Guadarrama González, Universidad Central de Las Villas, Cuba

Maritza Montero, Universidad Central de Venezuela, Venezuela

 <http://periodicorease.pro.br/>

 [contato@periodicorease.pro.br](mailto:contato@periodicorease.pro.br)

 +55(11) 94920-0020

# SUMÁRIO

**Capítulo 1 ----- Página 8**

**PANORAMA MUNDIAL DO CROSS LAMINATED TIMBER (CLT) E ESTADO DA ARTE NA APLICABILIDADE DE EDIFÍCIOS DE MÚLTIPLOS ANDARES**

Felipe Facco Mendes Ferreira, Evandro Bezerra Soares, Rafael Cassimiro Barbosa, Priscila Pasti Barbosa, Generoso De Angelis Neto, José Luiz Miotto

**Capítulo 2 ----- Página 22**

**ANÁLISE QUALITATIVA DA PAISAGEM COM BASE NA VISÃO SERIAL DE UM PERCURSO NA CIDADE DE MARINGÁ – PR**

Felipe Facco Mendes Ferreira, Evandro Bezerra Soares, Rafael Cassimiro Barbosa, Priscila Pasti Barbosa, Generoso De Angelis Neto, José Luiz Miotto

**Capítulo 3 ----- Página 37**

**APLICAÇÃO DA ANÁLISE SWOT NO SISTEMA DE ESGOTO SANITÁRIO DA CIDADE DE GOIOERÊ - PR**

Felipe Facco Mendes Ferreira, Evandro Bezerra Soares, Rafael Cassimiro Barbosa, Priscila Pasti Barbosa, Generoso De Angelis Neto, José Luiz Miotto

**Capítulo 4 ----- Página 54**

**A INTERFERÊNCIA DO COVID-19 NO PLANEJAMENTO URBANO E NA GESTÃO DAS CIDADES**

Felipe Facco Mendes Ferreira, Evandro Bezerra Soares, Rafael Cassimiro Barbosa, Priscila Pasti Barbosa, Generoso De Angelis Neto, José Luiz Miotto

**Capítulo 5 ----- Página 65**

**DETERMINAÇÃO DA VAZÃO DE UMA REDE DE DRENAGEM URBANA COMO ESTUDO DE VIABILIDADE DAS TUBULAÇÕES NA CIDADE DE MARINGÁ/PR**

Felipe Facco Mendes Ferreira, Evandro Bezerra Soares, Rafael Cassimiro Barbosa, Priscila Pasti Barbosa, Generoso De Angelis Neto, José Luiz Miotto

## CAPÍTULO 1

### PANORAMA MUNDIAL DO CROSS LAMINATED TIMBER (CLT) E ESTADO DA ARTE NA APLICABILIDADE DE EDIFÍCIOS DE MÚLTIPLOS ANDARES

#### CROSS LAMINATED TIMBER (CLT) WORLD OVERVIEW AND STATE OF THE ART IN THE APPLICABILITY OF MULTIFLOOR BUILDINGS

**FERREIRA, Felipe Facco Mendes**

Engenheiro de Produção, UEM.  
felipefaccomf@gmail.com

**SOARES, Evandro Bezerra**

Engenheiro de Produção, UEM.  
Evandrobezerrasoares77@gmail.com

**DE ANGELIS NETO, Generoso**

Engenheiro Civil, UEM.  
ganeto@uem.br

**MIOTTO, José Luiz**

Engenheiro Civil, UEM.  
jlmiotto@uem.br

**BARBOSA, Priscila Pasti**

Engenheira de Produção, UEM.  
ppbarbosa2@uem.br

#### RESUMO

Frente à quantidade elevada de recursos consumidos e resíduos gerados pela construção civil, tem-se buscado cada vez mais soluções em métodos construtivos que levem em consideração o Tripé da Sustentabilidade – os três aspectos: econômico, social e ambiental – de forma equilibrada. Neste âmbito, para a questão dos edifícios, na última década vem-se buscando novas soluções estruturais em madeira exaltando principalmente seu aspecto sustentável. Para este tipo de construção, os painéis de Cross Laminated Timber (CLT) têm sido empregados em escala crescente. Estes painéis são compostos por camadas de madeira maciça coladas de forma perpendicular entre si. Este estudo é baseado na pesquisa de informação bibliográfica sobre o tema de CLT, traçando, assim, um panorama do seu surgimento e de sua utilização no mundo e abordando o estado em que se encontram as construções de edifícios com seu uso. Como análise do estado da arte, num contexto global do CLT, encontrou-se a Europa como principal potência nas construções com o uso de CLT. Destacaram-se diversas edificações já concluídas com seu uso, tanto no sistema de construção híbrido de madeira com concreto e aço, quanto sistemas exclusivamente feitos em madeira maciça, além de explorar projetos que ainda estão em estudo de edificações altas ou arranha-céus. O perfil sustentável do CLT também foi abordado neste estudo, bem como suas contribuições para o meio ambiente. Em suma, concluiu-se que o CLT se apresenta de fato como uma alternativa extremamente promissora na construção de edificações de múltiplos andares.

**Palavras-chave:** CLT, Edificações de múltiplos andares, Madeira.

## ABSTRACT

In view of the high amount of resources consumed and waste generated by civil construction, more and more solutions have been sought in construction methods that take into account the Tripod of Sustainability - the three aspects: economic, social and environmental - in a balanced way. In this context, for the issue of buildings, in the last decade replaced by looking for new solutions in wood, exalting mainly its sustainable aspect. For this type of construction, Laminated Wood Cross (CLT) panels have been used on an increasing scale. These panels are composed of layers of solid wood glued perpendicularly to each other. This study is based on the search for bibliographic information on the topic of CLT, thus providing an overview of its emergence and its use in the world and addressing the state it is in as construction of buildings with its use. As an analysis of the state of the art, in a global context of the CLT, Europe was found as the main power in constructions using CLT. It was highlighted several buildings already completed with its use both in the hybrid construction system of wood with concrete and steel, as well as systems exclusively made in solid wood, in addition to exploring projects that are still under study of tall buildings or skyscrapers. The sustainable profile of CLT was also addressed in this study, as well as its contributions to the environment. In short, it was concluded that the CLT is in fact an extremely promising alternative in the construction of multi-storey buildings.

**Keywords:** CLT, Multistory buildings, Wood.

## 1 INTRODUÇÃO

A indústria da construção civil provoca grande impacto no meio ambiente, dada a elevada quantidade de recursos que consome, e se considerados os resíduos gerados nos processos.

Assim, uma construção só pode ser considerada sustentável, quando conseguir conciliar os três aspectos do desenvolvimento sustentável – econômico, social e ambiental (PEREIRA, 2009).

De acordo com MMA (2014), a preocupação com a sustentabilidade e as medidas mitigadoras de impactos ambientais consistem na redução e na otimização do consumo de materiais e de energia, na redução dos resíduos gerados e na preservação do ambiente natural, melhorando a qualidade do ambiente construído.

A indústria da construção civil é responsável por 40% do uso dos recursos naturais, 15 a 40% do consumo de água do planeta, 30 a 40% das emissões de gases do efeito estufa e 30 a 40% da geração de resíduos, resultando, assim, em uma das indústrias mais poluentes do planeta (DIAS, 2018b).

Atualmente a construção civil utiliza principalmente dois materiais: concreto e aço. O concreto é o segundo material mais consumido no mundo, perdendo somente para a água (DIAS, 2018b).

Nesse cenário, a Europa tem tomado algumas medidas, como a procura de soluções alternativas de construção e o emprego da madeira como material de construção. Na França, o governo estabeleceu, em forma de lei, a obrigatoriedade de um volume mínimo de madeira a integrar edifícios novos. Já, na Alemanha, o governo lançou, desde 2002, o documento “*Charta*

*fur Holz*” – Carta para a promoção da madeira – visando aumentar o consumo da madeira *per capita* em 20% (COSTA, 2013).

Assim, um novo derivado da madeira tem sido utilizado recentemente na indústria da construção civil: o CLT. O Cross Laminated Timber – CLT, ou madeira laminada colada cruzada, nasceu em Zurique, Suíça, nos anos 1990, e trata-se não de um mero material de construção, mas, sim, de um novo processo de construção (WAUGH; WEISS; WELLS, 2009).

De acordo com Molina e Calil Junior (2010), quando comparamos um cenário de desperdícios e de geração de resíduos e poluentes, a madeira, como matéria-prima, pode ser considerada um dos poucos materiais de construção de fato renováveis, apresentando um baixo consumo energético em sua produção frente a outros materiais.

De acordo com Dias (2018b), quando comparamos o aço e o concreto com a madeira, temos que: os projetos de aço e concreto necessitam de 26% e 57% mais energia em relação ao projeto de madeira, emitem 34% e 81% mais gases de efeito estufa, liberam 24% e 47% mais poluentes no ar, descarregam 400% e 350% mais poluição na água, produzem 8% e 23% mais resíduos sólidos e usam 11% e 81% mais recursos.

Dessa forma, em um cenário internacional pautado pela busca de alternativas mais sustentáveis, o CLT representa uma matéria-prima renovável, com baixo impacto ambiental. Assim, sua utilização se apresenta como uma excelente alternativa sustentável para a construção civil (COSTA, 2013).

Portanto, o presente artigo tem como objetivo realizar um levantamento do estado da arte do CLT no mundo, focando principalmente no andamento do seu uso na construção de edifícios de todos os tamanhos espalhados pelo mundo.

## **2 CROSS LAMINATED TIMBER (CLT)**

O CLT é definido como sendo um composto de madeira rígida, geralmente constituído por um número ímpar de camadas, apresentadas com três, cinco ou sete sobreposições, coladas lado a lado e dispostas transversalmente em um ângulo de 90°.

O CLT também se diferencia dos demais materiais comuns que se apresentam de maneira linear na produção. Por conter a configuração de lamelas cruzadas na sua produção, os painéis apresentam uma capacidade de resistência e de rigidez ainda mais acentuada, quando comparado a outros materiais. A forma do CLT é estabelecida em painéis pré-fabricados que são constituídos geralmente por madeira do tipo pinos ou eucaliptos. Os painéis podem ser utilizados em lajes, pisos ou coberturas e, até mesmo, na parte estrutural do empreendimento.

Assim, o CLT é denominado como um material de construção versátil, por ser caracterizado como um material de grande estabilidade e precisão dimensional, juntamente com o alto nível de pré-fabricação obtido.

## **3 PANORAMA MUNDIAL DO CLT**

Cross Laminated Timber (CLT), que também é conhecido como “X-LAM”, ou em alemão “*brettsperholz* (BSP)”, trata-se de um elemento construtivo relativamente novo. O termo

*brettsper Holz* foi utilizado pela primeira vez em 1981 pelos engenheiros alemães Dröge e Stoy, para designar painéis colados cruzados para pontes (DIAS, 2018b).

Costa (2013) relata que este elemento começou a ser desenvolvido inicialmente na Suíça, na cidade de Zurique, durante a década de 90. No entanto, somente alguns anos depois, já na Áustria, por meio de uma parceria entre a Universidade de Tecnologia de Graz e a indústria austríaca KHL, fundada por Heimo de Monte e Wolfgang Weirer, é que pôde ser concretizado. Seu desenvolvimento nos anos 1990 teria sido motivado pela necessidade da indústria madeireira de agregar valor às placas de madeira serrada (DIAS, 2018a).

Oliveira (2018) aponta que, já em 1994, Schickhofer publicou sua tese sobre estruturas compostas laminadas rígidas ou flexíveis, com foco no CLT. A autora cita também que, na mesma década, surgiram outros trabalhos enfocados no estudo do CLT e que, em paralelo a estas pesquisas, as primeiras indústrias foram instaladas na Europa Central, em especial na Áustria, Suíça e Alemanha, a princípio em pequena escala e, nos últimos dez anos, em escala industrial.

A colagem dos painéis de madeira faz com que os painéis se retraiam menos, proporcionando maior estabilidade dimensional (DIAS, 2018a).

Além da empresa KHL, fundada em 1998, Merk (2015) cita que, na mesma década, a empresa alemã MERK Timber GmbH, do grupo Ed. Zubling AG, também iniciou a fabricação de painéis de CLT e, em 1994, patentearam seu método produtivo baseado na prensagem a vácuo.

Ebner (2017) relata que o uso do CLT está consolidado na Europa. O autor, em sua pesquisa, levantou os principais fabricantes de CLT no mundo, sendo eles as empresas: Binderholz (Áustria e Alemanha), Stora Enso (Áustria), KLH Massivholz (Áustria), Mayr Melnhof Holz (Áustria) e Hasslacher Norica Timber (Áustria). No ano de 2017, segundo o autor, a produção de painéis em metragem cúbica das indústrias citadas foi, respectivamente, de 145.000 m<sup>3</sup>, 130.000 m<sup>3</sup>, 88.000 m<sup>3</sup>, 60.000 m<sup>3</sup> e 40.000 m<sup>3</sup>. No entanto, estima-se ainda que, em 2020, a produção deveria dobrar, atingindo volume superior a 1,2 milhão de m<sup>3</sup>.

Já, na América do Norte, Oliveira (2018) relata que o elemento se encontra em fase de implementação, mostrando-se como uma alternativa viável em relação aos sistemas em madeira (*wood-frame*) largamente utilizados na região. Nesses países, inclusive, já foram elaboradas normas que estabelecem padrões para a fabricação e a caracterização do CLT produzido nos Estados Unidos e no Canadá.

Nos Estados Unidos, a norma ANSI/APA PRG 320 (2012) define o CLT como sendo um painel de madeira maciça pré-fabricada com pelo menos três camadas de madeira sólida serrada, ou *structural composite lumber* (SCL), que são laminadas e coladas em camadas longitudinais e transversais com adesivo estrutural. Ainda de acordo com a norma, a espessura de cada camada deve ser de no mínimo 16 mm e de no máximo 51 mm, sendo os painéis finais com até 508 mm de espessura.

Na Europa, a norma EN 16351 foi publicada em 2015 e trata das características de desempenho e estabelece requisitos mínimos para a fabricação dos painéis. Nela também são obrigatórias ao menos três camadas de madeira coladas de forma ortogonais, que podem variar suas espessuras entre 6 mm e 45 mm, sendo os painéis finais com até 500 mm de espessura (EN, 2015).

Já, no Brasil, embora venha crescendo a cada ano, o uso do CLT é muito baixo, quando comparado aos países da Europa. A NBR 7190 (1997), que trata sobre projetos de estruturas

de madeira, vem sendo utilizada para a produção de painéis de CLT, no entanto, ainda não existe uma norma específica para a produção do CLT no Brasil.

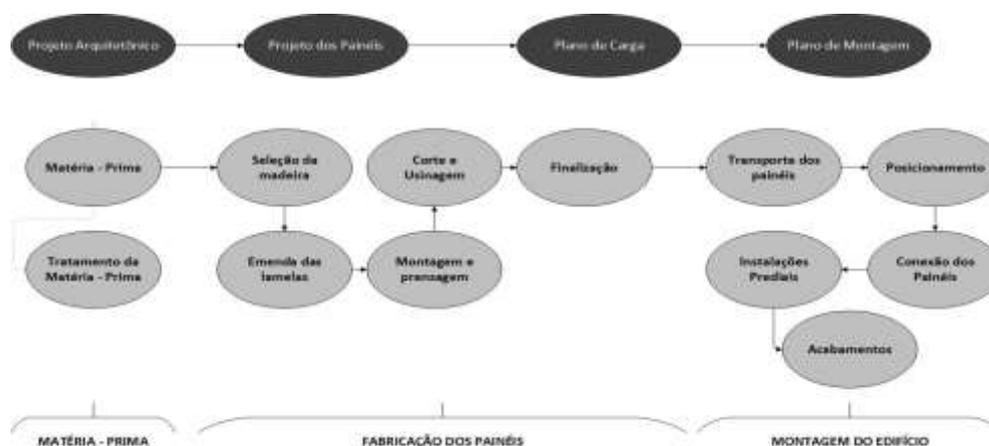
A empresa CROSSLAM, do grupo CG Sistemas Construtivos, iniciou suas atividades com o CLT há pouco mais de três anos e, até o momento, é a única empresa no Brasil e na América Latina que o produz. A empresa produz o CLT utilizando como matéria-prima madeira Pinus da variedade *Taeda* e, sob consulta, Eucalipto da variedade *Gandis*. Seus painéis possuem largura e comprimento máximo de 3 m e 12 m, respectivamente, podendo variar suas espessuras entre 57 mm e 250 mm (3, 5 ou 7 camadas) (CROSSLAM, 2019).

De acordo com Alan Dias (2018a), engenheiro da Carpinteria Estruturas de Madeira no Brasil, com o crescimento exponencial do uso do CLT no mundo, principalmente no Canadá, EUA e Japão e até no Brasil, será necessária uma normatização mundial das placas de CLT e que inclusive contemple a produção, testes em laboratórios, *design*, cálculo, detalhamento, ligações e execução. O engenheiro também ressalta que o uso da madeira pinos no Brasil tem sido o ideal para a fabricação de painéis de CLT, mas que ainda faltam estudos mundiais utilizando madeiras mais densas e com placas de CLT utilizando madeiras de diferentes espécies.

#### 4 CLT – PROCESSO CONSTRUTIVO E DESEMPENHO

Analisado o contexto em que se insere o CLT, em âmbito nacional e internacional, e já destacadas as principais normas regulamentadoras a ele atribuídas no mundo, cabe, na sequência, destacar seu processo construtivo e desempenho no Brasil.

De acordo com Oliveira (2018), o processo construtivo em CLT é muito importante para o desenvolvimento do projeto arquitetônico e envolve diversas etapas, como mostra a Figura 1.



**Figura 1** – Processo Construtivo em CLT

Fonte: adaptado de Oliveira (2018)

A Figura 1 demonstra um fluxograma geral, que em parte se assemelha muito ao processo de fabricação dos painéis de CLT europeus e americanos. Contudo, no Brasil torna-se necessário acrescentar alguns processos construtivos que visam adaptar a tecnologia ao contexto nacional. Podem-se observar, assim, algumas diferenças nos acabamentos, tendo em vista que camadas de isolamento térmico não se mostram necessárias em muitas regiões do país, ao contrário do que ocorre no Hemisfério Norte (OLIVEIRA, 2018).

De acordo com a indústria Crosslam (2016), única empresa a fabricar o CLT no Brasil, os painéis de CLT no país são compostos por número ímpar de camadas (3, 5 ou 7 camadas), com espessura variando entre 57 e 250 mm. Todas as lamelas longitudinais e transversais são emendadas com *finger-joint* e, de acordo com o pedido, podem ter as lamelas externas e internas tratadas em autoclave – CCB ou com imersão em solução de Boro.

Segundo Oliveira (2018) o tratamento em autoclave – CCB é opcional, pois os painéis podem ser confeccionados com lamelas não tratadas por uma questão de estética, na qual é mantida a coloração clara (variando de branca a amarelada) natural do pinus, tendo em vista que a madeira submetida ao tratamento com CCB adquire uma tonalidade esverdeada.

No Brasil a matéria-prima utilizada para a fabricação dos painéis de CLT é a *Pinus Taeda* ou, em alguns casos, o *Eucalyptus grandis*, sendo secos em estufa com aproximadamente 12% de umidade. Já o adesivo utilizado na junção das lamelas é à base de poliuretano, monocomponente, livre de formaldeídos, com teor de sólidos de 100% (CROSSLAM, 2016).

A fabricação tem início pela secagem da madeira em estufa, até que se atinja aproximadamente 12% de umidade; depois, é realizada a triagem das lamelas de forma visual e seccionada para a remoção de defeitos. em seguida, a madeira é fresada em *finger joints* e, posteriormente, emendada dentro das especificações desejadas (CROSSLAM, 2016).

Na montagem, as lamelas são colocadas lado a lado (até atingir o comprimento e largura desejados) para formar camadas de madeira maciça. Cada camada sucessiva é sobreposta perpendicularmente à camada precedente. A cada camada de lamelas, é aplicado o adesivo e todo o painel é prensado lateral e verticalmente em uma grande prensa. Por fim, os painéis prensados são cortados nas medidas especificadas e finalizados no Pórtico CNC, uma máquina com dois cabeçotes e cinco eixos que consegue moer e recortar qualquer especificação ou solicitação de um *designer* (CROSSLAM, 2016).

A montagem do edifício inclui a logística, ou seja, o transporte dos elementos construtivos até o local da obra, assim como a movimentação e conexão das peças, a execução das instalações hidráulicas e elétricas e a instalação dos acabamentos (OLIVEIRA, 2018).

A montagem de uma edificação em CLT é realizada com o auxílio de guindastes que movimentam as peças até o local em que devem ser fixadas. Como os painéis possuem grandes dimensões, também se reduz o tempo de montagem e, conseqüentemente, os custos da construção. Para a montagem, os painéis são numerados e enviados até o local da obra, de acordo com o plano de montagem previamente estabelecido pela fábrica (CROSSLAM, 2016).

Em relação ao desempenho do CLT em edificações, a Crosslam (2016) relata que a massa da parede de CLT contribui para o desempenho acústico. A indústria afirma que o CLT proporciona um desempenho superior, tanto para ruídos, quanto para impactos. A alta precisão dos cortes impede a criação de pontes térmicas na estrutura, desta forma, como os painéis são sólidos, a infiltração de ar para dentro do edifício tende a zero. Como resultado, o autor afirma que a temperatura dentro do edifício pode ser mantida com apenas um terço do gasto de energia necessária para os aquecimentos ou arrefecimento da edificação, quando comparado a alvenaria tradicional.

A resistência ao fogo também é primordial para os edifícios e, no caso das estruturas de painéis maciços de CLT, estes tendem a possuir características especiais de comportamento face à ação do fogo. O processo de carbonização natural da madeira durante o fogo fornece uma espécie de isolamento orgânico na parte interior da madeira danificada e, ao contrário do

aço, não tem a tendência de entrar em colapso após o fim da exposição à fonte de calor, ou seja, não promove expansões térmicas que levem a estrutura de aço ao colapso, por exemplo.

Costa (2013) explica que, em qualquer circunstância, o parâmetro em avaliação deverá ser a perda da secção calculada por meio da taxa de carbonização unidirecional  $\beta_0$ . Neste âmbito, na Europa, o Eurocódigo 5 estipula que a taxa de carbonização  $\beta_0$  deverá assumir valores de 0,65 mm/min. e 1,00 mm/min., respectivamente, para elementos de madeira maciça ou lamelada-colada. No entanto, o autor afirma que a Europa ainda deve desenvolver um método de cálculo específico para o CLT considerando as camadas internas e externas do elemento.

O comportamento dos edifícios com painéis de CLT face à ação sísmica também é amplamente reconhecido, segundo Costa (2013). Conforme o autor, as paredes de madeira constituem-se assim como elementos primários de contraventamento, além de resistência às forças horizontais, ligados por diafragmas rígidos ao nível dos pisos. Já, em relação ao estado de limitação de danos, as paredes de madeira providenciam à estrutura o nível de contraventamento necessário para reduzir estes deslocamentos. O autor cita como exemplo o projeto SOFIA, o qual testou, em mesa sísmica, um edifício de sete andares à escala real, que sobreviveu à ação sísmica sem danos significativos.

E, por fim, quando se considera a vida útil de uma edificação, ou seja, desde a extração de recursos naturais, processamento das matérias-primas, fabricação, transporte, utilização, manutenção e eliminação ou reciclagem, a madeira tem performance muito melhor, quando comparada com edificações de concreto e aço, em termos de energia gasta, poluição do ar e da água, pegada de carbono e aquecimento global potencial (CROSSLAM, 2016).

## 5 EDIFICAÇÕES COM O USO DE CLT NO MUNDO

Devido à sua versatilidade, o CLT é um produto extremamente adequado para edifícios de vários andares. Kuilen et al. (2011) relata que a mais nova possibilidade é o uso do CLT em conjunto com o concreto para a construção de edifícios altos ou arranha-céus.

Para os autores, o desenvolvimento desta possibilidade vem acontecendo rapidamente e o uso do CLT em edificações de vários andares tem-se mostrado bastante satisfatório nos testes de terremotos realizados em edifícios de três a sete andares. Um dos edifícios mais altos criados até agora utilizando o CLT é o *Murray Grove*, em Londres, um edifício de nove andares, no qual o poço do elevador também foi construído de CLT (KUILEN et al., 2011).

Para os edifícios arranha-céu, são utilizados CLT e concreto em conjunto para o seu sistema estrutural, além de barras de tensão de aço integradas. Com o uso das barras de aço integradas, podem-se evitar muitos elementos de fixação, que de outro modo, seriam necessários contra cargas de elevação (KUILEN et al., 2011).

Devido ao alto nível de pré-fabricação para os edifícios construídos com CLT, o edifício pode ficar pronto rapidamente. Além das estruturas dos estabilizadores, a repetição é alta e os elementos são leves, quando comparados com o concreto tradicional. Yates, Linegar e Dujic (2008) destacam que o peso leve traz vantagens consideráveis durante a fase da construção, pois, mesmo a construção em CLT custando 30% a mais quando comparada ao concreto armado, sua construção consegue ser reduzida para 49 semanas, proporcionando uma economia de 17 semanas no tempo de construção.

O uso de guindastes na construção de prédios altos e o tempo em que estes precisam estar disponíveis para o trabalho na construção também podem impactar economicamente a obra, já que, com o uso do CLT, estima-se uma economia de um terço do valor devido à redução desse tempo de construção.

Os autores Kuilen et al. (2011) também destacam a vantagem ambiental do uso do CLT nas edificações. Segundo os autores, trocar o concreto por um material sustentável proporciona consideráveis vantagens ambientais. Os edifícios construídos com madeira requerem menos energia na etapa de fabricação de seus elementos e na fase da construção.

Além disso, a madeira é o único material de construção que apresenta um balanço negativo de CO<sub>2</sub>, ou seja, ela sequestra o CO<sub>2</sub>. Cada metro cúbico de madeira consegue sequestrar uma média de 0,8 a 0,9 tonelada de CO<sub>2</sub>. Desta forma, ao se utilizar madeira como uma substituição de outros materiais, economiza-se 1,1 tonelada adicional de CO<sub>2</sub> que teria sido emitida ao se utilizar concreto, o que resulta em uma economia total de aproximadamente 2 toneladas de CO<sub>2</sub> (YATES; LINEGAR; DUJIC, 2008).

O Conselho de Edifícios Altos e Habitat Urbano (CTBUH) realizou o estudo *“Tall Timber: A Global Audit”* e levantou as edificações utilizando madeira concluídas, em construção e em estudo. A pesquisa avaliou a altura, a localização e o tipo de construção, incluindo projetos totalmente realizados em madeira e projetos híbridos de madeira com ferro e aço. O estudo revelou 21 edifícios em madeira com mais de 50 metros que devem ser concluídos até o final de 2019, como destaca o Quadro 1.

**Quadro 1** – Características e exemplos de citações

Edifício	País	Nº de andares	Sistema de Construção	Situação	Data de Conclusão
Holz8 (H8)	Alemanha	8	Todo em madeira	Concluído	2011
TallWood House at Brock Commons	Canadá	18	Híbrido madeira e concreto	Concluído	2017
Arbora	Canadá	8	Todo em madeira	Concluído	2016
Wood Innovation Design Centre	Canadá	7	Todo em madeira	Concluído	2014
T3 Building	EUA	7	Todo em madeira	Concluído	2016
E3 Berlin	Alemanha	7	Híbrido madeira e aço	Concluído	2008
Life Cycle Tower (LCT) One	Áustria	8	Híbrido madeira e concreto	Concluído	2012
Wagramerstrasse	Áustria	7	Híbrido madeira e concreto	Concluído	2013
Puukuokka	Finlândia	8	Todo em madeira	Concluído	2015
St. Diè-des-Vosges	França	8	Todo em madeira	Concluído	2014
Maison de l'Inde	França	7	Híbrido madeira e concreto	Concluído	2013
Cenni di Cambiamento	Itália	9	Todo em madeira	Concluído	2013
Panorama Giustinelli	Itália	7	Desconhecido	Concluído	2013
The Treet	Noruega	14	Todo em madeira	Concluído	2015
Moholt 50/50	Noruega	9	Todo em madeira	Concluído	2016
Pentagon II	Noruega	8	Desconhecido	Concluído	2013
The Cube Building	Reino Unido	10	Híbrido madeira, aço e concreto	Concluído	2015
Trafalgar Place	Reino Unido	10	Todo em madeira	Concluído	2015

Bridport House	Reino Unido	8	Todo em madeira	Concluído	2014
Stadthaus	Reino Unido	8	Todo em madeira	Concluído	2009
Kingsgate House	Reino Unido	7	Todo em madeira	Concluído	2014
UEA (University East Anglia) Blackdale Student Residence	Reino Unido	7	Todo em madeira	Concluído	2016
Lagerhuset	Suécia	10	Todo em madeira	Concluído	2008
Limnologen	Suécia	8	Híbrido madeira e concreto	Concluído	2009
Strand Parken	Suécia	8	Todo em madeira	Concluído	2014
Tamedia	Suíça	7	Todo em madeira	Concluído	2013
Forte Tower	Austrália	10	Todo em madeira	Concluído	2013
Origine	Canadá	13	Todo em madeira	Em construção	2017
HoHo	Áustria	24	Híbrido madeira e concreto	Em construção	2017
Dalston Lane	Reino Unido	9	Todo em madeira	Em construção	2017
Sanctuary	Reino Unido	7	Todo em madeira	Em construção	2017
Abebe Court Tower	Nigéria	26	Híbrido madeira e aço	Em estudo	
55 Southbank Boulevard	Austrália	16	Híbrido madeira e concreto	Em estudo	2020
Terrace House	Canadá	19	Híbrido madeira e concreto	Em estudo	
Framework	EUA	12	Híbrido madeira e aço	Em estudo	
Carbon 12 Building	EUA	8	Todo em madeira	Em estudo	
Barentshus	Noruega	20	Híbrido madeira e aço	Em estudo	
Mjøstårnet	Noruega	18	Todo em madeira	Em estudo	
HAUT	Países Baixos	22	Todo em madeira	Em estudo	2019
Doorman	Países Baixos	20	Híbrido madeira e aço	Em estudo	
Kulturhus Skellefteå	Suécia	16	Híbrido madeira e aço	Em estudo	2019
25 King	Austrália	10	Todo em madeira	Em estudo	
Silva	França	18	Desconhecido	Em estudo	2020
The Hyperion	França	18	Desconhecido	Em estudo	2019
Canopia	França	17	Todo em madeira	Em estudo	
Îlot Bois et Biosourcé	França	9	Desconhecido	Em estudo	
Ternes Villiers	França	9	Todo em madeira	Em estudo	
Baobab	França	35	Híbrido madeira e aço	Em estudo	

Fonte: CTBUH Jornal (2017)

De acordo com Gibson (2017), que analisou o relatório elaborado pela CTBUH (2017), a França, Áustria e a Noruega possuem até o momento os edifícios de madeira mais altos do mundo. Também, ao analisar o Quadro 1, percebe-se que a Europa está na frente em se tratando de construções utilizando sistema híbrido de madeira e concreto ou somente madeira maciça e, em seguida, vem a América do Norte.

Em se tratando de construções de madeira maciça, o primeiro edifício construído com CLT foi o edifício *Stadthaus*, com nove andares, localizado em Londres na Inglaterra (GIBSON, 2017).

E, recentemente, em 2017, o *UBC Brock Commons* foi inaugurado na cidade de Vancouver, no Canadá, e trata-se de uma edificação da Universidade British Columbia para residência estudantil. A edificação é composta de 18 andares com 53 metros de altura e, até o momento, trata-se do edifício mais alto de madeira maciça já construído (UBC, 2019).

Também em Vancouver está localizado o edifício *Terrace House*, que possui 19 andares, no entanto, essa obra foi construída utilizando o sistema híbrido de madeira, concreto e aço (GIBSON, 2017).

Ainda com sistema de construção híbrido, tem-se o *LifeCycle Tower One*, localizado na cidade de Dornbirn, na Áustria, que possui oito pavimentos e foi construído em 2012; sua estrutura é híbrida de madeira e concreto e sua finalização se deu com 8 dias após o término da fundação (CROSSLAM, 2019).

Já o edifício *HoH*, localizado em Viena, na Áustria, tem 24 andares e 84 metros de altura e possui uma construção com sistema híbrido de madeira e concreto (GIBSON, 2017).

O edifício *Boabad*, projetado pela *Michael Green Architecture*, em Paris, é até o momento o edifício mais alto do mundo, contando com 35 andares e uma construção de sistema híbrido de madeira e aço, com conclusão prevista para até final de 2019 (GIBSON, 2017).

Já, na América do Sul, o uso do CLT está começando a ser difundido. O primeiro edifício em CLT foi construído no Uruguai em 2018. O edifício de apenas três andares, foi construído com estrutura de madeira CLT pela cadeia internacional de hotéis VIK Jose Ignacio, situado na Costa Leste do Uruguai. O projeto utilizou 504 m<sup>3</sup> de madeira, possibilitando o sequestro de 580 toneladas de CO<sub>2</sub>, o equivalente a uma remoção de 122 veículos do Uruguai durante o período de um ano (LOS AGRONECIOS, 2018).

No Brasil o CLT já teve seu uso em pequenas edificações residenciais e construção de salas de aula em escolas públicas. O Engenheiro Alan Dias, da empresa Carpinteria, em conjunto com a fábrica de CLT CROSSLAM, entregou recentemente 11 salas de aula feitas 100% de CLT (DIAS, 2018b).

Atualmente, em São Paulo, na Vila Madalena, também se estuda uma construção com o uso do CLT. O Edifício *Amata* teve seu projeto desenvolvido pela empresa *Amata* em conjunto com o escritório de arquitetura franco-brasileiro *Triptyque* e possuirá 13 andares. O projeto brasileiro é de um edifício híbrido de madeira, aço e concreto. Assim, o edifício *Amata* será o primeiro em CLT no Brasil (CARVALHO, 2018).

A ascensão da madeira maciça utilizada na construção de edificações altas equivalentes às construções de aço e concreto tem resultado em uma onda mundial de pesquisas, projetos construídos, propostas especulativas ousadas, segundo Gibson (2017). A autora cita como exemplo o *Oakwood Tower*, em Londres, um projeto de uma edificação em madeira maciça com 300 metros de altura da *PLP Architecture* em conjunto com pesquisadores da Universidade de Cambridge. A edificação, se concluída, será o segundo edifício mais alto da cidade (GIBSON, 2017).

Em relação à obra do *Oakwood Tower*, os pesquisadores relatam que usariam cerca de 65.000 m<sup>3</sup> de madeira estrutural certificada pelo FSC e pelo PEFC e que a mesma traria inúmeros benefícios ambientais, como sequestrar cerca de 50.000 toneladas de CO<sub>2</sub> por meio da estrutura de madeira do edifício, o que seria equivalente às emissões anuais de 5.000 pessoas na cidade. A estrutura de madeira também seria quatro vezes mais leve que seu equivalente

em concreto e sua construção seria mais rápida e mais silenciosa, se comparada a uma construção tradicional (SMITH; WALLWORK, 2019).

Outra proposta de edificação alta em madeira maciça está sendo estudada em Vancouver, no Canadá, o Earth Tower, que pode chegar a 40 andares. Neste projeto a estrutura do edifício seria predominantemente feita em CLT, com placas de piso, colunas estruturais e exteriores de madeira, contando somente com a estrutura de elevadores e saída de emergência em concreto, para segurança sísmica e contra incêndio (CHAN, 2019).

Bruce Langereis, presidente da empresa responsável pelo projeto, relata que a obra será economicamente viável, prática e aceitável para o consumidor. O edifício deve, além da sua estrutura de madeira, possuir vários aspectos baseados na certificação LEED para uma construção sustentável (CHAN, 2019).

Chan (2019) relata que as necessidades energéticas do edifício deverão ser de apenas um terço de um edifício convencional de mesmo tamanho, além de possuir uma pegada de carbono maciçamente menor, tanto em seus métodos construtivos, quanto operacionais. Neste projeto os telhados também seriam altamente isolados, com terraços com uma combinação de vegetação e sistemas fotovoltaicos, além de outras abordagens verdes previstas.

Por fim, no Japão o *Sumitomo Group* espera, até 2024, construir um arranha-céu de 350 metros de altura, ou 70 andares, feito com CLT, em Tóquio. O projeto prevê o uso de 185 mil m<sup>3</sup> de madeira e apenas 10% de aço; colunas, vigas e braçadeiras serão compostas de um híbrido dos dois materiais, com capacidade para suportar os abalos sísmicos do Japão (ROVARIS, 2019).

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Desta forma, a análise do estado da arte, num contexto global do CLT, foi um dos objetivos. Nesse sentido, verificou-se maior incidência de edifícios construídos em CLT na Europa, principalmente na França, Noruega e Reino Unido. No entanto, mais recentemente, tem-se verificado um crescimento na América do Norte, em países como Canadá e Estados Unidos.

Nesses países, edifícios com até 14 andares já foram concluídos, como o *The Treet*, da Noruega, e outros ainda mais altos, com até 24 andares, já se encontram em construção. Também pode-se observar um forte crescimento de projetos de arranha-céu de CLT que estão em estudo, como o *Oakwood Tower*, em Londres, com 300 metros de altura, e o edifício da *Sumitomo Group* no Japão, com 70 andares.

Já, no Brasil e na América do Sul, construções com o uso de CLT estão no começo, como o edifício de três andares recém-construído no Uruguai e o projeto do edifício Amata, na cidade de São Paulo, com 13 andares.

Apesar de todos os aspectos positivos que motivam a utilização do CLT nas construções, ainda existem importantes barreiras a serem ultrapassadas. Um exemplo dessas barreiras está no fato da desconfiança acerca da eficiência da madeira como material de construção. Também é necessário combater a ideia errônea de que a madeira possui uma resistência ao fogo inferior à estrutura de aço, presente na maioria dos edifícios altos.

É importante destacar também que, principalmente na América do Sul, a falta de cultura em se construir em madeira, a escassez de mão de obra especializada e a falta de regulamentação

específica para este tipo de construção se constituem em importantes barreiras a serem derrubadas.

No entanto, a necessidade de construção de habitações em grande escala nos centros urbanos e a preocupação eminente com o meio ambiente têm motivado entidades governamentais e profissionais da construção para o estudo de soluções alternativas, ecologicamente eficazes.

Vale lembrar que a indústria do cimento é uma das principais produtoras de CO<sub>2</sub> e o setor da construção civil é responsável pela emissão de um terço do total das emissões de CO<sub>2</sub> para a atmosfera. Também vale lembrar que as emissões de gases do efeito estufa têm um impacto direto no aquecimento global. Desta forma, torna-se fundamental a busca por novos sistemas construtivos focados em custos reduzidos e baixo impacto ambiental, nas diversas fases do ciclo de vida da construção, e a madeira pode contribuir para estas duas tarefas críticas.

O concreto é responsável por 8% de toda a emissão de CO<sub>2</sub> na atmosfera do planeta. A cada tonelada de concreto produzida, se emite aproximadamente 1 tonelada de CO<sub>2</sub>. O aço é responsável por 3% de todo CO<sub>2</sub> emitido na atmosfera. Já a madeira sequestra o CO<sub>2</sub> existente da atmosfera, 1 m<sup>3</sup> de madeira tem a capacidade de sequestrar cerca de 1 tonelada de CO<sub>2</sub>. Ou seja, é muito melhor ter o carbono armazenado nas árvores e nos produtos de madeira, do que na atmosfera.

Assim, madeiras engenheiradas como o CLT são um dos meios de construção mais sustentáveis e, ainda que o CLT não tenha a intensão de substituir o concreto, o crescimento da madeira como principal material de construção certamente traria uma significativa minimização das emissões nocivas ao meio ambiente.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMA TÉCNICA (ABNT). **ABNT NBR 7190: projeto de estrutura de madeira**. Rio de Janeiro, 1997.

ANSI/APA – The Engineered Wood Association. **Standard for Performance Rated Cross-Laminated Timber PRG 320-2012**. ANSI/APA. Tacoma, WA, 2012.

BRITISH STANDARDS INSTITUTION (BSI). **BS EN 16351: timber structures – cross laminated timber: requirements**. Londres: BSI Standards Limited, 2015.

CARVALHO, J. **Edifícios em madeira terão espaço no Brasil?** Celulose Online, 2018. Disponível em: <https://www.celuloseonline.com.br/edificios-em-madeira/#content-anchor>. Acesso em: 04 de Ago. 2019.

COSTA, A. A. P. **Construção de Edifícios com Cross Laminated Timber (CLT)**. Porto 2013. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia / Universidade do Porto, 2013.

CBTUH – COUNCIL ON TALL BUILDINGS AND URBAN HABITAT. **Tall Timber: A Global Audit**, 2017. Disponível em: <<http://global.ctbuh.org/resources/papers/3350-TBIN.pdf>>. Acesso em: 01 de Ago. 2019.

CHAN, K. **Up to 40 floors: Word’s tallest wood tower proposed for Vancouver**. Vancouver Urbanized, 2019. Disponível em: <<https://dailyhive.com/vancouver/1745-west-8th-avenue-vancouver-canada-earth-tower>>. Acesso em: 30 de Jul. 2019.

CROSSLAM. **Cross Laminated Timber: informações técnicas**. Disponível em: . Acesso em nov. 2016;

DIAS, A. **Madeira Laminada Colada Cruzada (CLT): Produção e Desenvolvimento**. Carpinteria Madeira Inteligente, 2018a. Disponível em: <<https://carpinteria.com.br/2018/04/08/madeira-laminada-cruzada-clt/>>. Acesso em: 02 de Ago. 2018.

DIAS, A. **Como a madeira vai se transformar no principal material de construção de edifícios de múltiplos andares**. São Paulo: Carpinteria, 2018b.

EBNER, G. **CLT production is expected to double until 2020**. 2017. Disponível em: <[www.timber-online.net/holzprodukte/2017/06/brettspertholz-produktion-in-europa---20162020.html](http://www.timber-online.net/holzprodukte/2017/06/brettspertholz-produktion-in-europa---20162020.html)>. Acesso em 28 de Jul., 2018.

GASQUES, A. C. F.; OKAWA, C. M. P.; DE ANGELIS NETO, G.; MIOTTO, J. L.; CASTRO, T. R. Impactos ambientais dos materiais da construção civil: breve revisão teórica. **Revista Tecnológica**, v. 23, p. 13-24, 2014.

GIBSON, E. **Europe at forefront of timber construction finds CTBUH report**. Dezeen, 2017. Disponível em: <<https://www.dezeen.com/2017/06/27/europe-council-tall-buildings-urban-habitat-wooden-timber-news/>>. Acesso em: 01 de Ago. 2019.

KLH MASSIVHOLZ GmbH (KLH). **Cross-laminated timber**, 2019. Disponível em [http://www.klh.at/en/download/public/Kreuzlagenholz/KLH\\_Cross\\_Laminated\\_Timber.pdf](http://www.klh.at/en/download/public/Kreuzlagenholz/KLH_Cross_Laminated_Timber.pdf). Acesso em: 29 de Jul. 2019.

KUILEN, J. W. G. V.; CECCOTTI, A.; ZHOUYAN, X.; MINJUAN, H. Very tall wooden buildings with cross laminated timber. **Procedia Engineering**, v. 14, p. 1621-1628, 2011.

MERK. **Leno Cross Laminated Timber (CLT)**. Züblin, Aichach, Germany, 2015. Disponível em: <<https://www.zueblin-timber.com/en.html>>. Acesso em: 01 de Ago., 2018.

MMA – MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Construção Sustentável**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/urbanismosustentavel/constru%C3%A7%C3%A3o-sustent%C3%A1vel>>. Acesso em: Jul. 2019.

MOLINA, J. C.; CALIL JUNIOR, C. Sistema Construtivo em wood frame para casas de madeira. **Semina: Ciências Exatas e Tecnológicas**, v. 31, n. 2, Londrina, p. 143-156, 2010.

OLIVEIRA, G. L. **Cross Laminated Timber (CLT) no Brasil: processo construtivo e desempenho**. São Paulo, 2018. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo (USP).

PEREIRA, P. I. **Construção Sustentável: o desafio**. Porto, 2009. Monografia (Licenciatura em Engenharia Civil) – Universidade Fernando Pessoa. Disponível em: <[https://bdigital.ufp.pt/bitstream/10284/2674/3/T\\_13485.pdf](https://bdigital.ufp.pt/bitstream/10284/2674/3/T_13485.pdf)>. Acesso em: Jul. 2019.

ROVARIS, C. **Estudo para ampliação do uso da madeira para a construção de habitações no Brasil**. Foz do Iguaçu, 2019. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal da Integração Latino-Americana – UNILA. Disponível em:

<file:///C:/Users/barbo/Downloads/DISSERTA%C3%87%C3%83O%20-%20CAMILA%20ROVARIS.pdf>. Acesso em: 31 de Jul. 2019.

SMITH, S.; WALLWORK, T. **Oakwood Timber Tower: Timber towers could transform London's skyline**. Acta Publishers, 2019. Disponível em: <<https://urbannext.net/oakwood-timber-tower/>>. Acesso em: 01 de Ago. 2019.

UBC – THE UNIVERSITY OF BRITISH COLUMBIA. **Brock Commons – Tallwood House**, 2019. Disponível em: <<https://vancouver.housing.ubc.ca/residences/brock-commons/>>. Acesso em: 01 de Ago. 2019.

WAUGH, A.; WEISS, K. H.; WELLS, M. **A Process Revealed**. Murray & Sorrell FUEL, 2009.

YATES, M., LINEGAR, M., DUJIC, B. **Design of an 8 storey residential tower from KLH cross laminated solid timber panels**. Disponível em: <[http://www.ewpa.com/Archive/2008/june/Paper\\_299.pdf](http://www.ewpa.com/Archive/2008/june/Paper_299.pdf)>. Acesso em: 28 de Jul. 2019.

## CAPÍTULO 2

### ANÁLISE QUALITATIVA DA PAISAGEM COM BASE NA VISÃO SERIAL DE UM PERCURSO NA CIDADE DE MARINGÁ – PR

### QUALITATIVE ANALYSIS OF THE LANDSCAPE BASED ON THE SERIAL VIEW OF A ROUTE IN THE CITY OF MARINGÁ – PR

**FERREIRA, Felipe Facco Mendes**

Engenheiro de Produção, UEM.  
felipefaccomf@gmail.com

**SOARES, Evandro Bezerra**

Engenheiro de Produção, UEM.  
Evandrobezerrasoares77@gmail.com

**DE ANGELIS NETO, Generoso**

Engenheiro Civil, UEM.  
ganeto@uem.br

**BARBOSA, Priscila Pasti**

Engenheira de Produção, UEM.  
ppbarbosa2@uem.br

#### RESUMO

O presente artigo possui como objetivo realizar uma análise qualitativa por meio de um ensaio fotográfico em um percurso de 1,2Km da zona 05 fundamentando-se na visão serial proposta por Gordon Cullen e na análise topoceptiva de Maria Elaine Kohlsdorf, visando analisar e conceituar a sucessão de acontecimentos no trajeto. Cullen define a visão serial a partir de três aspectos, no qual o primeiro é a ótica, que acaba se complementando com as percepções subsequentes relacionadas ao espaço urbano, como a vista de uma rua, que gera a vista de um pátio e assim por diante. O segundo aspecto é o local, que estabelece o comportamento do indivíduo sobre sua posição no espaço. E o terceiro aspecto é o conteúdo, que define a construção da cidade. Kohlsdorf define que a análise topoceptiva precisa ser abordada em três níveis, sendo o primeiro a percepção, na qual as informações são captadas pelos indivíduos. O segundo nível é a formação da imagem mental, que busca compreender a imagem do lugar que é formada na mente do indivíduo. O terceiro nível abordado por Kohlsdorf é o da representação geométrica secundária, no qual define elementos que serão imageticamente representados. A cidade de Maringá projetada pelo Engenheiro e Urbanista Jorge de Macedo Vieira em localização central do norte do Estado, teve seu zoneamento pensado em razão do uso do solo por setores, além de apresentar um traçado com ressonâncias do modelo de cidade jardim inglesa. O bairro denominado zona 05 foi projetado para o uso residencial de alto padrão, localizando-se no ponto mais elevado da cidade com um traçado que acompanha a topografia natural do terreno, num esquema radial. A abordagem desenvolvida demonstrou que a zona 5 apresenta uma paisagem dinâmica, marcada pela sucessão de acontecimentos, muito em função do relevo do local, da farta arborização viária, e da presença de praças e bosques, que dão identidade própria ao local, enriquecendo a experiência paisagem-usuário.

**Palavras-chave:** Paisagem urbana, pesquisa visual, Cullen, Kohlsdorf.

## **ABSTRACT**

This article aims to carry out a qualitative analysis through a photographic essay in a 1.2 km route from zone 05, based on the serial vision proposed by Gordon Cullen and on the topoceptive analysis of Maria Elaine Kohlsdorf, aiming to analyze and conceptualize the succession of events along the way. Cullen defines the serial view from three aspects, the first of which is the optics, which ends up being complemented by subsequent perceptions related to urban space, such as the view of a street, which generates the view of a courtyard, and so on. The second aspect is the location, which establishes the individual's behavior regarding their position in space. And the third aspect is the content, which defines the construction of the city. Kohlsdorf defines that topoceptive analysis needs to be approached at three levels, the first being perception, in which information is captured by individuals. The second level is the formation of the mental image, which seeks to understand the image of the place that is formed in the individual's mind. The third level approached by Kohlsdorf is that of secondary geometric representation, in which she defines elements that will be image represented. The city of Maringá, designed by the Engineer and Urban Planner Jorge de Macedo Vieira, in a central location in the north of the state, had its zoning designed due to the use of the land by sectors, in addition to presenting a layout with resonances of the English garden city model. The neighborhood called zona 05 was designed for high-end residential use, located at the highest point in the city with a layout that follows the natural topography of the land, in a radial scheme. The approach developed showed that zone 5 presents a dynamic landscape, marked by a succession of events, largely due to the relief of the place, the abundant tree planting, and the presence of squares and woods, which give the place its own identity, enriching the experience landscape-user.

**Keywords:** Urban landscape, visual survey, Cullen, Kohlsdorf.

## **1 INTRODUÇÃO**

Em meados de 1960 e 1970, na contramão do pensamento funcionalista do modernismo, estudiosos da arquitetura e urbanismo passaram a pensar nas cidades sob uma perspectiva de design ambiental, e desta forma, passaram a incorporar no planejamento urbano um olhar pensado nos seres vivos, considerando necessidades que até então não eram levadas em conta como a estética e as sensações (olfato e visão, por exemplo).

Assim, o desafio desta nova abordagem era o de pensar nas cidades como lugares, espaços com significados, vivências, histórias, sensações e símbolos (KANASHIRO, 2003).

Dois abordagens em design urbano que trabalham com símbolos e elementos urbanos para combinar perspectivas que se pode destacar são as de Kevin Lynch e Gordon Cullen.

Kevin Lynch (1982) conceituou 5 elementos urbanos: caminhos, bordas, nós, distritos e pontos de referência. Esses elementos pertencem a uma observação da morfologia urbana vista de dentro, mas são representados em mapas por meio de símbolos. A imageabilidade, segundo Lynch é quem define a força do elemento urbano para produzir uma imagem mental sensorial forte ou fraca.

Já Gordon Cullen (1983) analisa a sequência de imagens (série visões) ao longo de caminhos de transeuntes. Ele explora a ótica, o local e o conteúdo, focando em uma experiência chamada de visão serial. Assim, o foco da visão serial é o caminho, mas é definido por edifício circundantes e pontos de referência (o que os transeuntes veem).

Enquanto Lynch se concentra na imageabilidade dos elementos urbanos, Cullen olha para o seu personagem, escalas e complexidade (STOJANOVSKI, AXELSSON, 2019).

No Brasil, a estudiosa Maria Elaine Kohlsdorf explora o termo “topocepção”, estudo do desempenho informativo dos lugares por meio da orientabilidade e identidade, que tem como base os estudos de Lynch e Cullen.

A cidade de Maringá está situada no norte do Paraná e foi projetada pelo engenheiro civil Jorge Macedo de Vieira na década de 1940. Desde o plano urbanístico inicial da cidade, o bairro Zona 05, objeto de estudo deste artigo, já estava presente no projeto e apresentava algumas ressonâncias do modelo de cidade jardim inglesa (MARINGÁ, 2021).

O bairro caracteriza-se por seu relevo peculiar, constituído por uma pequena colina, sendo seu topo o ponto mais elevado da cidade. Neste local, encontra-se uma praça circular, que se destaca pela presença de um reservatório elevado de água da Companhia de Saneamento do Paraná - SANEPAR e torres de rádio e tv, que atuam como pontos referenciais. O traçado das ruas se distribui de maneira radial a partir da praça, acompanhando paralelamente as curvas naturais do relevo.

Desta forma, por meio da vinculação das metodologias de Cullen (1983) e Kohlsdorf (1996), foi realizada a visão serial de um percurso do bairro zona 05 da cidade de Maringá. A paisagem urbana atual foi ilustrada por meio de fotografias do percurso, no intuito de analisar e conceituar a sucessão de acontecimentos no trajeto, permitindo assim, uma análise qualitativa da paisagem com base nos autores acima citados.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo Geral**

O presente estudo possui o objetivo de realizar uma análise qualitativa da paisagem, obtendo como base para a análise uma visão serial de um percurso situado na zona 5, da cidade de Maringá – PR.

### **2.2 Objetivos Específicos**

- Realizar uma análise qualitativa por meio de um ensaio fotográfico em um percurso de 1,2 km da zona 5, na cidade de Maringá – PR
- Aplicar a análise da visão serial definida por Gordon Cullen sobre o percurso.
- Aplicar uma análise topoceptiva definida por Maria Elaine Kohlsdorf, sobre o percurso em estudo.

## **3 REVISÃO DA LITERATURA**

O desenho urbano pode ser entendido como a arte de arranjar elementos urbanos, como ruas, edifícios, usos do solo, calçadas, mobiliário urbano, vegetação, dentre outros elementos. Esta

prática de desenho urbano pode ser derivada da morfologia urbana (STOJANOVSKI; AXELSSON, 2019).

Amaral (2017, p.7) define a análise morfológica da paisagem urbana como sendo o “estudo da estrutura física e espacial das cidades que permita sua leitura e análise conforme os processos de formação e transformação”.

Segundo Macedo (1994, p.54), a paisagem é definida como “a expressão morfológica de um determinado tempo, do processo constante de ação dos seres vivos sobre os diversos pontos do planeta associado ao movimento contínuo das estruturas geológicas e águas”. A paisagem enquanto “expressão morfológica” como define o autor, está associada à dimensão visual, sendo percebida e tornada realidade pelo ser, como uma realidade concreta. O autor ainda define que a paisagem “é a materialização de um instante da sociedade definida por um determinado momento no tempo, simploriamente representada por uma fotografia”.

Para Carlos (1994), enquanto forma de manifestação do urbano, a paisagem urbana tende a revelar uma dimensão necessária da produção espacial, o que implica ir além da aparência. Essa perspectiva da análise já introduziria os elementos da discussão do urbano entendido enquanto processo e não apenas enquanto forma. “A paisagem de hoje guarda momentos diversos do processo de produção espacial, os quais fornecem elementos para uma discussão do modo pelo qual foi produzida” (CARLOS, 1994 p.36).

Kevin Lynch foi pioneiro na abordagem científica para o design urbano, ele analisava os componentes do urbano, bem como os parâmetros de projetos e a avaliação humana. Lynch propôs a imagem da cidade como um conceito que pode ser percebido, avaliado e alterado.

Jadon (2007, p. 779) relata que o trabalho de Lynch se baseava na legibilidade (“devemos considerar não apenas a cidade como uma coisa em si, mas a cidade sendo percebida por seus habitantes”) e a imageabilidade (“qualidade em um objeto físico, o que dá uma alta probabilidade de evocar uma imagem forte em qualquer observador”).

Já para Cullen (1983) a cidade junto a seu conjunto de edifícios exerce impacto visual sobre seus moradores e visitantes, isso porque existe entre os edifícios esta correlação, do contrário ocorreria à monotonia.

Atualmente as cidades podem ser entendidas como uma entidade político-administrativa urbanizada, que se diferencia do conceito de vilas por fatores como o número de habitantes, densidade, entre outros, ou seja, baseado em critérios quantitativos, embora cada país adote a sua definição.

Contudo, uma cidade apresenta um caráter muito mais amplo do que a simples somatória de seus habitantes, para Gordon Cullen (1983, p. 9) ela “é uma unidade geradora de um excedente de bem-estar e de facilidades que leva a maioria das pessoas a preferirem – independentemente de outras razões – viver em comunidade a viverem isoladas”.

No entendimento de cidades, deve-se ainda somar as variáveis arquitetônicas já que qualquer organização social não existe sem espaço. A percepção do espaço se dá a partir de sua forma física, conforme diversos métodos de abordagens arquitetônicas ou geográficas da cidade, e dos mecanismos cognitivos, nas quais aspectos como organização social, cultural e contexto histórico tem influência.

As sensações são responsáveis pela relação do indivíduo com o meio ambiente e constituem-se na união mais próxima da consciência com a realidade objetiva. Para que estas sensações

sejam produzidas, é preciso que se cumpram certas condições, tanto por parte do meio ambiente como por parte do indivíduo.

As sensações não permitem uma reprodução da realidade, no entanto, fornece os elementos para que a mesma ocorra na percepção e a consequente construção de imagens mentais.

Já as memórias e os valores influenciam a estruturação dessas imagens e o seu relacionamento com outras informações atribuindo ao conhecimento de uma cidade uma interpretação pessoal da mesma.

A vida no meio urbano resulta em uma relação constante entre a morfologia urbana e a tipologia arquitetônica, que Cullen (1983, p. 10) define como “arte do relacionamento”.

Garbado (2001), explica que o método de Cullen, consiste em três aspectos a serem considerados para entender como a imagem da cidade impacta na percepção emocional:

- **Ótica:** Fruto do sentido da visão. Diz respeito ao modo como a paisagem se apresenta ao transeunte, levando-o a uma sucessão de surpresas e revelações súbitas, chamada de visão serial.
- **Local:** Relacionado com as nossas reações perante a nossa posição no espaço, com os efeitos urbanísticos resultando da relação ente o “aqui” e o “além”.
- **Conteúdo:** Tem relação com a própria constituição da cidade: sua cor, textura, estilo, personalidade, dentre outros.

A Visão Serial é um processo de leitura cinética de um percurso elegido no espaço urbano que visa identificar numa sequência de campos visuais os efeitos que mais impactam na percepção sensorial e que transmitem informações sobre a configuração física circundante. A aparição gradual de imagens ocasiona sensações de descoberta em função das relações entre os diversos elementos existentes e suas características (AMADEI et. al., 2009).

Cullen (1983) define a “visão serial” como sendo a sucessão de surpresas ou revelações súbitas geradas na paisagem urbana, mesmo se o transeunte caminha com passos uniformes.

A partir da visão serial, o autor destaca uma série de elementos possivelmente presentes na paisagem que provocam percepções diferenciadas, nas características citadas acima, provocadas por separações, desníveis, percepções de dentro e fora, aberto e fechado, perto e longe, justaposições entre outros elementos que individualizam cada espaço. Ele afirma que quanto mais a visão das pessoas for estimulada, a paisagem urbana se tornará mais interessante, mais animada, despertando sensações e curiosidade para com o que vier pela frente.

Conforme afirma Cullen (1983), a paisagem urbana surge, na maioria das vezes, como uma sucessão de surpresas e revelações súbitas. À medida que o observador se desloca, o espaço se revela através de fragmentos visuais que, uma vez remontados cognitivamente, permitirá a compreensão do ambiente, processo esse denominado de visão serial. Apesar de seus objetos de análise serem fragmentos visuais estáticos extraídos do processo de deslocamento de um observador, a base de sua premissa é, de fato, o movimento. A noção do movimento é um componente fundamental para a compreensão do espaço.

Já Maria Elaine Kohlsdorf (1996) desenvolveu procedimentos para o estudo e avaliação de espaços urbanos, no qual chamou de “Desempenho Topoceptivo”, que trata das preocupações voltadas à forma física do espaço e à capacidade dos usuários em identificar e orientar-se neste.

Para a autora, o nível de percepção do espaço, refere-se ao atendimento das expectativas topoceptivas por meio da percepção do usuário. Tal percepção integra a totalidade dos sentidos e da inteligência, porém é a visão, a principal envolvida, que caracteriza a percepção dos lugares por movimento, seleção e transformação de informações morfológicas sensivelmente captáveis. Kohlsdorf (1996) define ainda, como técnica de análise neste nível, o registro sequencial, onde as principais categorias são:

- **Eventos gerais:** Observam-se dois eventos sequenciais na área considerada: as estações e os intervalos. As estações das sequências são momentos durante o trajeto onde há registro perceptivo, ou onde ele é intenso. Já os intervalos são subdivisões da estação, e expressam a distância, de espaço e tempo, entre dois registros perceptivos.
- **Campos visuais:** É a porção de espaço abrangida pela vista do observador.
- **Efeitos visuais:** Observam-se os efeitos topológicos perspectivos que compõem os campos visuais das estações sequenciais na área considerada, e ainda, as suas correspondências aos padrões morfológicos.

A análise topoceptiva realizada por Kohlsdorf (1996) estabelece também outros níveis de abordagens, na qual o segundo nível é definido por meio da formação da imagem mental. Nesse nível, aborda-se a percepção de uma imagem do lugar que é obtido por meio da mente de um indivíduo. Assim, a visão desse nível se refere a lembrança do espaço avistado quando o sujeito não se encontra mais presencialmente no mesmo.

O segundo nível de análise abordado, se baseia no mapa mental desenvolvido por Lynch (1970), no qual os elementos se definem constantes sobre um espaço urbano que já seja existente. Esses elementos que se estabelecem constantes no espaço urbano, são definidos como caminhos, bairros, limites, pontos focais e marcos visuais.

O terceiro nível e última análise proposta por Kohlsdorf (1996), é definido como a representação geométrica secundária. Neste nível, busca-se a exposição de elementos que estão interligados com alguns dos eventos sequenciais sobre o espaço urbano, de forma que eles sejam relacionados na forma de imagens.

Desta forma, observando o panorama apresentado, Kohlsdorf (1996) ainda define que os elementos de um espaço urbanos são definidos em seis categorias, na qual organiza-se da seguinte forma:

1. **Sítio físico:** Define-se por meio da participação ou ausência na configuração dos lugares, identificando o tipo de solo, vegetação e clima.
2. **Planta baixa:** Representada por meio da área que é objeto de estudo, contendo a projeção ortogonal no plano horizontal. Como por exemplo os tipos de malhas, tipos de parcelamento e relações entre cheios e vazios.
3. **Conjunto de planos verticais:** Definido por meio das composições que estabelecem as silhuetas das cidades, analisadas conforme os sistemas de pontuação e linhas de força.
4. **Edificações:** Definida a partir de como que uma configuração de um edifício pode participar da sua identidade e atuação de área construída. Isso se dá com as suas relações de volumetria, fachadas, coberturas e outras).
5. **Elementos complementares:** Se definem por meio de pequenas construções e mobiliários urbanos.
6. **Estrutura interna do espaço:** Definida como uma síntese das categorias anteriores, estabelecendo aos lugares uma escala urbana.

#### 4 MÉTODO

O presente trabalho se baseia na aplicação da teoria Gordon Cullen (1983) de Análise da Visão Serial, e de considerações sobre a Análise de Desempenho Topoceptivo na Percepção de autoria de Maria Elaine Kohlsdorf (1996), em um percurso na cidade de Maringá-PR, mais especificamente no bairro da zona 5.

Para isso, realizou-se um ensaio fotográfico em um percurso escolhido aleatoriamente, percorrido a pé, com o registro fotográfico acontecendo em média a cada 60 metros. O trajeto eleito localiza-se no bairro zona 5 da cidade de Maringá, percorrendo um trecho que engloba uma área residencial, a praça Pio XII e o Bosque das Grevíleas, numa extensão total de aproximadamente 1,2Km, podendo ser transposto por um transeunte a pé em cerca de 12 minutos, ou de carro em aproximadamente 3 minutos.

Após o ensaio, foram analisadas as fotos classificando os efeitos visuais com base na teoria dos dois autores supracitados, permitindo assim, a análise da percepção da paisagem do local.

#### 5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A análise sensorial do eixo selecionado foi obtida por meio de um percurso fotográfico com uma sucessão de imagens levantadas, aproximadamente, a cada 60m, visando seguir uma regularidade.

Com o intuito de facilitar a visualização nos 19 pontos fotografados, foram realizadas para cada ponto espacial imagens conformando um campo visual para melhor compreensão do entorno. A Figura 1 apresenta o trajeto percorrido e o ponto focal das fotografias.

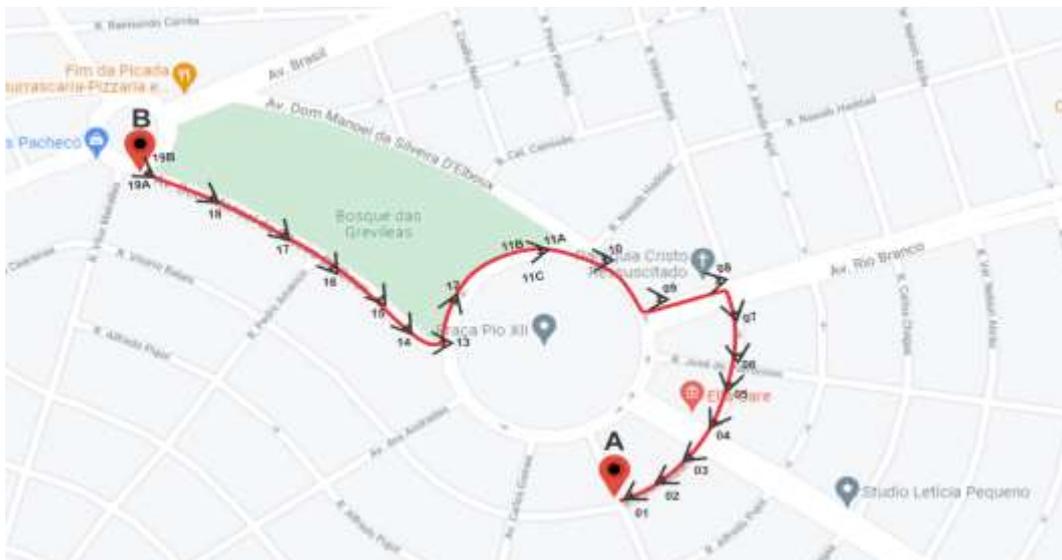


Figura 1 – Descrição do percurso fotografado

Fonte: O autor, 2021

Sobre a ótica da visão serial de Cullen, fica evidente durante toda esta sequência de ensaio fotográfico a delimitação dos recintos, que tem por objetivo a delimitação da circulação,

conduzindo o tráfego. A separação entre a circulação de veículos e pedestres se apresenta de forma clara durante todo o trajeto, regulando assim os deslocamentos urbanos. Sem esta definição de circulação, o transitar nas cidades seriam caóticos.

A sequência de fotos de 01 a 06 apresentam primeiramente um efeito que Kohlsdorf define como perspectiva de direcionamento. Este efeito é provocado pelo formato curvilíneo do arruamento, marcado pelas edificações e vegetação que direcionam nossa visão, tornando o transitar mais dinâmico, uma vez que a paisagem vai se revelando durante o trajeto.

Nas fotos 04 e 07, percebe-se ainda o que a autora define como efeito de conexão, causado pelo cruzamento das vias, apresentando novas possibilidades de circulação. As Figuras 1, 2, 3, 4 e 5 mostram a sequência fotográfica acima citada.



**Figura 2 – Fotos 1 e 2 respectivamente**

Fonte: O autor, 2021



**Figura 3 – Fotos 3 e 4 respectivamente**

Fonte: O autor, 2021



**Figura 4 – Fotos 5 e 6 respectivamente**

Fonte: O autor, 2021

Na sequência de fotos 08 e 09 se apresentam novas sensações. Primeiramente na foto 08 se experimenta um efeito de emolduramento, proporcionado pela vegetação que enquadra a paisagem da praça subsequente. Nota-se ainda na foto 09, ao chegar à praça, o que Cullen define como ponto focal e Kohlsdorf como realce, efeitos estes causados pelo aparecimento surpresa de um elemento vertical, que se destaca na paisagem, direcionando nosso olhar. No caso da foto, a caixa d'água presente na Praça Pio XII, é a responsável pelo efeito. O efeito de amplidão, causado pela súbita amplitude visual experimentada ao chegar à praça, também é observado na foto 09. As Figuras 5 e 6 apresentam as fotos acima citadas.



**Figura 5 – Fotos 7 e 8 respectivamente**

Fonte: O autor, 2021



**Figura 6 – Fotos 9 e 10 respectivamente**

Fonte: O autor, 2021

As fotos 10, 11A e 11B (Figuras 6 e 7), demonstram o efeito de privilégio definido por Cullen. A densa vegetação que se segue no trajeto, propiciada pelo Bosque das Grevíleas, tem um forte papel de atração das pessoas no meio urbano.

As fotos 11B e 13 (Figuras 7 e 9) possuem ainda um forte poder de atração para ocupação de seu espaço. No caso da foto 11B, os bancos à sombra cercados pela rica vegetação são os responsáveis pela atração. Já na foto 13, o mobiliário urbano conhecido por Academia da Terceira Idade – ATI, desempenha este papel de apropriação do espaço. A este efeito acima descrito, Cullen dá o nome de território ocupado.

Ainda no local da foto 11 (Figura 7), fica clara a percepção pelo transeunte de apropriação do espaço, explícita na foto 11C (Figura 8). Esta sensação é transmitida em função do longo cercado da caixa d'água em concreto, que nos passa uma definição clara entre o espaço público e privado da Praça Pio XII.

Pouco adiante na foto 12 (Figura 8), o efeito em Y descrito por Kohlsdorf pode ser visualizado, demonstrando assim duas possibilidades de circulação distintas. Ainda na foto 12, a edificação presente na bifurcação se insere no conceito que a autora define por impedimento, uma vez que limita a visão do transeunte para o “além” do percurso. As Figuras 6, 7 e 8 exemplificam os efeitos supracitados.



**Figura 7 – Fotos 11A e 11B respectivamente**

Fonte: O autor, 2021



**Figura 8 – Fotos 11C e 12 respectivamente**

Fonte: O autor, 2021



**Figura 9 – Foto 13**

Fonte: O autor, 2021

Após a bifurcação, a nova paisagem se revela de forma inesperada ao observador, como pode ser notado na foto 14 (Figura 10). O desnível presente na sequência do trajeto, aliado a forma curvilínea do passeio, mostra novamente um efeito de direcionamento da paisagem urbana, onde ela é aos poucos revelada ao transeunte.



**Figura 10 – Fotos 14 e 15 respectivamente**

Fonte: O autor, 2021

Os desníveis possuem papel fundamental na relação do indivíduo com o espaço. No caso da foto 15, por estarmos em uma posição elevada com relação à continuidade do trajeto, a sensação é a de caminharmos ao encontro daquilo que já conhecemos - como se percebe na foto 16 (Figura 11).

Já no caso das fotos 17 e 18, por estarmos em um nível mais baixo no terreno, a sensação passada é a de caminharmos rumo ao desconhecido, com a paisagem se revelando ao topo de forma inesperada. As Figuras 10, 11 e 12 demonstram estes efeitos.



**Figura 11 – Fotos 16 e 17 respectivamente**

Fonte: O autor, 2021



**Figura 12 – Foto 18**

Fonte: O autor, 2021

Após vencer o acive do trajeto, a paisagem desconhecida é revelada ao transeunte e a sensação de amplidão é novamente experimentada em função da rotatória que se apresenta, como mostram as fotos 19A e 19B (Figura 13) representando o fim do trajeto analisado.

Tem-se novamente a possibilidade de conexão observada neste ponto, uma vez que a rotatória ínsita o transeunte a decidir sobre uma possibilidade de trajetos distintos. A Figura 13 mostra o efeito de amplidão e o fim do trajeto.



**Figura 13 – Fotos 19A e 19 B respectivamente**

Fonte: O autor, 2021

## **7 CONCLUSÃO**

O presente estudo permitiu a análise de parte da dinâmica urbana presente em todos os deslocamentos nas cidades. A abordagem da morfologia e percepção urbana de Cullen e Kohlsdorf nos permite um olhar filosófico deste jogo de sensações presente nas cidades.

Essas técnicas de caracterização morfológicas apresentadas nos mostram “que o movimento não é apenas uma progressão facilmente mensurável e útil para a planificação, mas divide-se em duas componentes distintas: o ponto de vista e a imagem emergente” (CULLEN, 1983, p. 14).

A grande contribuição da metodologia de Cullen, está em perceber que os múltiplos estímulos proporcionados pelo ambiente sofrem influência das experiências vivenciadas, bagagem cultural e emoções do observador na análise.

O trajeto percorrido no bairro zona 5 em Maringá se mostrou altamente dinâmico, muito em função do relevo do local que apresenta uma série de desníveis; do traçado curvilíneo fruto do projeto original da cidade inspirado em alguns preceitos das cidades jardim inglesas; da densa arborização dos arruamentos, que causam um interessante efeito visual, hora formando um “túnel” que direciona seu olhar, hora, transmitindo o efeito de emolduramento, enquadrando a paisagem subsequente; e da presença da praça e do bosque, que faz com que a paisagem percebida pelo usuário seja constantemente alterada, e adquira identidade própria.

A caixa d’água presente na Praça Pio XII foi um ponto significativo no trajeto, por se destacar com relação à paisagem anteriormente experimentada, se mostrando como principal ponto de referência do local. Os pontos de referência são elementos fundamentais para a compreensão do meio urbano e facilidade dos deslocamentos.

Destaca-se ainda o efeito de privilégio proporcionado pelo Bosque das Grevíleas, que ocorre quando uma determinada área é privilegiada do ponto de vista visual com relação às demais, tendo o poder de atração de pessoas.

A monotonia dos deslocamentos urbanos presentes em muitas de nossas cidades são frutos de um planejamento urbano excessivamente tecnicista, no qual as questões técnicas prevalecem em detrimento da estética. A análise pela visão serial possibilita um olhar filosófico à paisagem urbana através do sentido da visão, invocando experiências e emoções, possibilitando, situações de fruição intensas, que permitem a análise por parte do transeunte da dinâmica no caminhar urbano. Para isso a complexidade da leitura espacial, juntamente com esta ambiguidade da paisagem, com o poder de uma mesma cena provocar reações distintas em usuários diferentes, assume papel fundamental na busca por um deslocamento dinâmico, proporcionando uma experiência visual mais rica. Estas questões relativas à percepção da paisagem devem ser uma das preocupações do planejador urbano, de forma a agregar à técnica, elementos que possam interagir com os cidadãos, garantindo assim a personalidade de cada local, evitando-se a monotonia.

Em suma, a maior contribuição da proposta de visão serial de Gordon Cullen, está no fato de incorporar em sua análise os aspectos psicológicos das relações do indivíduo com o meio, se valendo da visão enquanto órgão fundamental da percepção do espaço urbano, capaz de exaltar a estética das emoções e a afetividade, que nos leva a uma constante descoberta do espaço urbano.

## REFERÊNCIAS

AMADEI, D. I. B.; PEREIRA, J. A.; SOUZA, R. A. A paisagem urbana do eixo monumental de Maringá: Avenida Getúlio Vargas. In: SIMPÓSIO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA URBANA - SIMPGEU, 2., Maringá, 2009. **Anais...** Maringá: UEM, 2009. CD-ROM.

- AMARAL, R. Morfologia Urbana – Conceitos e Aplicações. Brasília, 2017. Disponível em: <[http://www.seduh.df.gov.br/wp-content/uploads/2017/11/morfologia\\_urbana\\_conceitos\\_aplicacoes.pdf](http://www.seduh.df.gov.br/wp-content/uploads/2017/11/morfologia_urbana_conceitos_aplicacoes.pdf)>. Acesso em: 02 Jun. 2021.
- CARLOS, A. F. A. Repensando a Geografia Urbana: Uma nova perspectiva se abre. In \_\_\_\_\_ (org.) **Os Caminhos de Reflexão sobre a Cidade e o Urbano**. São Paulo: Edusp, 1994. p. 157-198.
- CULLEN, Gordon. **Paisagem Urbana**. São Paulo: Ed. Martins Fontes, 1983.
- GARBADO, M. M. B. S. **A Forma Urbana e sua Compreensão**. Curitiba: UTP, 2001.
- JADON, S. S. Basic concepts of urban design – A Research Review. **ITPI Journal**, v.4, n.1, p. 70-72, 2007.
- KANASHIRO, M. A cidade e os sentidos: sentir a cidade. **Desenvolvimento e meio ambiente**, n. 7, p. 159-164, Curitiba, 2003.
- KOHLSDORF, Maria Elaine. **A Apreensão da Forma da Cidade**. Brasília: Universidade de Brasília, 1996.
- LYNCH, K. **A imagem da cidade**. São Paulo: Martins Fontes, 1982.
- MACEDO, Sílvio Soares. **Paisagismo e Paisagem Introduzindo Questões**. In: PAISAGEM E AMBIENTE – ENSAIOS, 5., 1994. **Anais...** São Paulo: FAUUSP, 1994, p. 49-57.
- MARINGÁ. **A história de Maringá**. Maringá, Prefeitura Municipal, 2004. Disponível em: <<http://www.maringa.pr.gov.br/cidade/>>. Acesso em: 06 Jun. 2021.
- STOJANOVSKI, T.; AXELSSON, Ö. Typo-morphology and environmental perception of urban space. **Urban Morphological Theory**, 2019, p.822-834.

## CAPÍTULO 3

### APLICAÇÃO DA ANÁLISE SWOT NO SISTEMA DE ESGOTO SANITÁRIO DA CIDADE DE GOIOERÊ - PR

### APPLICATION OF SWOT ANALYSIS IN THE SEWAGE SYSTEM IN THE CITY OF GOIOERÊ – PR

**FERREIRA, Felipe Facco Mendes**

Engenheiro de Produção, UEM.

felipecomf@gmail.com

**SOARES, Evandro Bezerra**

Engenheiro de Produção, UEM.

Evandrobezerrasoares77@gmail.com

**DE ANGELIS NETO, Generoso**

Engenheiro Civil, UEM.

ganeto@uem.br

**BARBOSA, Priscila Pasti**

Engenheira de Produção, UEM.

ppbarbosa2@uem.br

#### RESUMO

O sistema de esgoto sanitário é definido como um conjunto de canalizações provenientes da aplicação de infraestruturas e equipamento que possuem o objetivo de fazer a coleta, condicionamento e transporte do esgoto sanitário gerado pelo ambiente urbano de uma cidade. O presente artigo possui o objetivo de fazer a aplicação da análise SWOT no sistema de esgoto sanitário da cidade de Goioerê – PR. A análise SWOT é definida como uma ferramenta de auxílio para gestão estratégica do negócio, de modo que seu objetivo é realizar o cruzamento dos dados apontados como suas forças ou fraquezas internas e oportunidades e ameaças externas. A partir dessa aplicação, o índice de favorabilidade que a SWOT determinou do sistema de esgoto sanitário da cidade de Goioerê resultou no valor de 110%. Deste modo, foi concluído que o desenvolvimento realizado por meio da gestão da cidade está sendo favorável, de modo que os investimentos e as aplicações do sistema de esgoto sanitário da cidade estão apresentando uma fluidez conforme abordado no seu plano de saneamento.

**Palavras-chave:** Esgoto, Goioerê, SWOT.

#### ABSTRACT

The sanitary sewage system is defined as a set of pipes from the application of infrastructures and equipment that have the purpose of collecting, conditioning, and transporting the sanitary sewage generated by the urban environment of a city. This article aims to apply the SWOT analysis in the sewage system in the city of Goioerê - PR. The SWOT analysis is defined as an

aid tool for strategic business management, so that its objective is to cross-check the data identified as its internal strengths or weaknesses and external opportunities and threats. From this application, the favorability index that SWOT determined for the sanitary sewer system in the city of Goioerê resulted in a value of 110%. Thus, it was concluded that the development carried out through the city management is being favorable, so that the investments and applications of the city's sanitary sewage system are showing a fluidity as addressed in its sanitation plan.

**Keywords:** Goioerê, Sewer, SWOT.

## 1 INTRODUÇÃO

Os sistemas de esgotos sanitários são compostos com canalizações que fazem a coleta, condicionamento e o transportes das águas residuais provenientes do ambiente urbano. Depois de ser utilizada, a água é incorporada por diversas substâncias com impurezas, essas impurezas são na grande maioria dos casos nocivas para o ser humano e o meio ambiente. A caracterização dessas águas poluídas, se dá ao nome de esgoto.

Um sistema de esgotamento sanitário é definido como um conjunto de infraestrutura, serviços e equipamentos que possuem como objetivo realizar a coleta e o transporte dos esgotos para a estação de tratamento. Todo e qualquer esgoto precisa passar por uma estação de tratamento, na qual realiza a aplicações de métodos para minimizar os impactos da poluição que pode ser gerado no seu despejo em um corpo hídrico. O sistema de esgoto sanitário, garante que o esgoto vai ser destinado de maneira correta, evitando a proliferação de doenças e contribuindo para a preservação da natureza.

A estruturação do ambiente urbano de uma cidade é composta por fatores primordiais que garantem a qualidade de vida de seus habitantes, dentre esses fatores está o sistema de esgoto sanitário. A gestão da cidade, realizada por meio da Prefeitura, estabelece um plano de esgoto sanitário que visa atingir todo o ambiente urbano com os sistemas de esgoto sanitário atendendo todas as residências.

Entretanto, em várias cidades encontramos uma situação que não corresponde ao plano que foi estabelecido, desse modo, seus habitantes ainda usufruem de um sistema de esgoto sanitário nas suas residências. Esse fator, infelizmente propicio-a o despejo inadequado do esgoto sanitário em córregos das regiões ou até mesmo de forma inadequada no próprio lote em que está localizada a habitação.

Desse modo, como alternativa para analisar os sistemas de esgotos sanitários das cidades, pode ser utilizado a análise SWOT, que é uma ferramenta de auxílio para a gestão estratégica.

A aplicação dessa análise irá apresentar um índice de favorabilidade do sistema de esgoto sanitário que está sendo aplicado na cidade. Esse índice vai realizar o cruzamento dos fatores relacionados as forças, fraquezas, oportunidades e ameaças que são encontradas no sistema de esgoto sanitário proposto no plano de saneamento da cidade.

Desse modo, o presente trabalho possui o objetivo de realizar a aplicação da análise SWOT no sistema de esgoto sanitário da cidade de Goioerê – PR. Com isso, consegue apresentar quais são os fatores relacionados com as forças e fraquezas contidas no plano de saneamento e qual são as oportunidades e ameaças que são encontradas no decorrer do desenvolvimento do sistema de esgoto sanitário da cidade.

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1 Sistemas de esgotos sanitários**

Um sistema de esgoto sanitário é definido por ser constituído de um conjunto de instalações, equipamentos e infraestruturas que possuem como objetivo realizar a coleta, o condicionamento, o transporte e a disposição final do esgoto sanitário de um modo que não ocorra nenhum tipo de contaminação para a população habitacional e o meio ambiente estabelecido em seu entorno (WEGNER; BASCHERA; DUSI, 2017).

A composição de um sistema de esgoto sanitário, segundo constituição da NBR 9649 (ABNT, 1986) é dada por meio de um conjunto construído por ligações prediais, coletores de esgoto, e seus órgãos acessórios. O sistema adotado no Brasil como padrão para o esgoto sanitário, é chamado de sistema separador absoluto, pois determina que as canalizações para coleta de rede de esgoto e águas pluviais sejam diferentes (WEGNER; BASCHERA; DUSI, 2017).

#### **2.1.1 Esgoto**

O esgoto é definido como um efluente altamente contaminado, pois segundo (WEGNER; BASCHERA; DUSI, 2017, p. 30), em um metro cúbico de esgoto encontramos 500 gramas de substâncias poluidoras. Qualquer efluente possui sua destinação em um corpo de água, e por conta da sua alta taxa de poluição, o seu despejo não pode ser realizado sem a aplicação de algum tipo de tratamento adequado (WEGNER; BASCHERA; DUSI, 2017).

Deste modo, o esgoto denomina toda a água residuária que é gerada por meio do acúmulo de excrementos domésticos e afluentes industriais. Geralmente, a maior quantidade de efluentes

urbanos está relacionado aos esgotos domésticos, constituídos por meio de banheiros, cozinhas e outras canalizações constituídas (PEREIRA; SOARES, 2006).

### 2.1.2 Rede Coletora

O sistema de esgoto sanitário realiza sua função por meio de uma rede coletora, essa rede é definida como o conjunto de canalizações que vai receber e encaminhar os efluentes das edificações até as estações de tratamento. A ligação que é realizada em um sistema de esgoto predial, é feita por uma tubulação chamada de coletor predial (PIRES, 2018).

A composição da rede coletora, segundo os autores Tsutiya e Alem Sobrinho (2011), é definida pelos seguintes compostos:

- Ligação predial: Que é um intervalo do coletor predial que está entre o limite do lote e o coletor do esgoto.
- Coletor de esgoto: Também possui o nome de coletor secundário e é definido por ser a tubulação da rede coletora responsável por receber o afluente.
- Coletor principal: É o coletor que possui o maior comprimento dentro do sistema de esgoto que está instalado.
- Coletor tronco: É a tubulação que absorve os efluentes das outras tubulações que realizam a coleta.
- Órgãos acessórios de redes: São os dispositivos que possuem a função de evitar ou eliminar os pontos de entupimentos ou irregularidades do sistema de esgoto. Esses equipamentos são de extrema importância, devido ao elevado índice de ocorrência dessas falhas, ocasionadas por conta dos sólidos orgânicos que adentram a rede. Dentre esses tipos de dispositivos, estão: Terminal de limpeza, caixa de passagem, tubo de inspeção e limpeza, dentre outros.

### 2.1.3 Tipos de sistemas de esgoto

Existem três tipos de sistemas de esgotos sanitários, são eles: o combinado, o separador absoluto e o separador parcial. Dentro das aplicações, os sistemas mais utilizados são o combinado e o separador absoluto. Desse modo, as definições desses principais sistemas, são:

- Sistema combinado: Esse tipo de sistema também é chamado de unitário, sendo um sistema de esgoto sanitário que transporta os efluentes, águas de infiltração e as águas pluviais por meio da mesma rede de canalização.

Esse tipo de sistema de esgoto possui grande dificuldade de operação em épocas de grandes chuvas, pois a sua vazão aumenta drasticamente. Nesse caso, uma solução para conseguir coletar todo o esgoto é a fazer o uso de estruturas de regulação e desvio de águas pluviais (NORO, 2012).

- Sistema separador absoluto: O sistema absoluto transporta o efluente por canalizações diferentes das águas pluviais, ou seja, as redes são independentes. Em uma rede específica é coletado todo o esgoto doméstico, industrial e as águas de infiltração. Já as águas pluviais, são coletados por outra rede de esgoto.

Com a análise da Figura 2, conseguimos observar que esse tipo de sistema apresenta um desenvolvimento maior que o sistema combinado. A utilização desse tipo de sistema permite uma fluidez muito mais eficiente da rede de esgoto sanitário. Com isso, para execução desse tipo de sistema, precisa ser adotado um meio de fiscalização que evite vazões que não estão previstas a chegarem na rede sanitária. Esse tipo de vazão não prevista, é geralmente ocasionado por coletores pluviais que são instalados nos lotes das residências (NORO, 2012).

## 2.2 Análise SWOT

A análise SWOT é definida como sendo um modelo de gestão estratégica, muito utilizada como ferramenta de auxílio para análise do ambiente interno e externo de um empreendimento. O nome SWOT é proveniente da língua inglesa, e significa *strengths* (forças), *weaknesses* (fraquezas), *opportunities* (oportunidades) e *threats* (ameaças). Essa técnica que realiza o auxílio do planejamento estratégico de negócios, foi estruturada entre as décadas de 60 e 70, pelos então professores da escola de negócios de *Harvard*, Roland Christensen e Kenneth Andrews (RIBEIRO NETO, 2011).

O grande objetivo proposto por esse método é desenvolver a combinação entre as forças e fraquezas de um negócio, em conjunto com as oportunidades e ameaças encontradas no mercado. As forças e fraquezas observam qual a situação real do negócio, ou seja, são relacionados com os fatores internos. Já as oportunidades e ameaças estão relacionadas as

projeções futuras da empresa, ou seja, os fatores externos que irão influenciar o negócio (RIBEIRO NETO, 2011).

Com isso, por meio da utilização da análise SWOT a empresa busca ressaltar os seus pontos fortes e minimizar os fatores que poderão ameaçá-las. Desse modo, aborda também seus pontos fortes, relacionando quais ainda não foram utilizados e identifica dentro desses fatores que podem ser desenvolvidos de uma forma mais eficiente (DIAS; FERREIRA, 2009).

Portanto, com a análise do Quadro 1, conseguimos observar como serão identificadas e a maneira que ficarão expostas as capacidades, tanto ofensivas quanto defensivas, das forças e fraquezas e quais serão as suas principais vulnerabilidades. Dessa forma, a estruturação do quadro vai permitir a criação de novas visões para os objetivos estratégicos do negócio analisado (DIAS; FERREIRA, 2009).

Quadro 1 - Modelo de matriz SWOT

		Análise Interna	
		Forças (Strengths)	Fraquezas (Weaknesses)
Análise Externa	Oportunidades (Opportunities)	<b>S/O</b> Tirar o máximo proveito dos pontos fortes para aproveitar ao máximo as oportunidades detectadas.	<b>W/O</b> Desenvolver as estratégias que minimizem os efeitos negativos dos pontos fracos e que, ao mesmo tempo, aproveitem as oportunidades emergentes.
	Ameaças (Threats)	<b>S/T</b> Tirar o máximo proveito dos pontos fortes para minimizar os efeitos das ameaças detectadas.	<b>W/T</b> As estratégias a desenvolver devem minimizar ou ultrapassar os pontos fracos e, tanto quanto possível, fazer face às ameaças.

Fonte: (DIAS; FERREIRA, 2009).

Por meio da análise do Quadro 1, temos também que é necessário realizar uma combinação entre os fatores internos e externos, de modo que as suas relações apresentem um sentido para análise. Os tipos de combinações apresentados, são (DIAS; FERREIRA, 2009):

- S/O (Forças e Oportunidades): Permite que o negócio amplie suas forças para absorver novas oportunidades.
- S/T (Forças e Ameaças): Estabelece para o negócio a utilização das suas forças para diminuir os impactos das ameaças.
- W/O (Fraquezas e oportunidades): Permite que o negócio ressalte suas fraquezas, de um modo que elas sejam trabalhadas em conjunto com as novas oportunidades.
- W/T (Fraquezas e Ameaças): Demonstras as fraquezas do negócio em conjunto com suas ameaças, proporcionando assim, a criação de uma estratégia que trabalhe em função da minimização desses pontos.

### 3 MÉTODO

Este estudo é classificado como um estudo aplicado, com o intuito de desenvolver conhecimentos para uma aplicação prática, direcionada a um caso específico. Quanto a abordagem do problema, o estudo classifica-se como uma pesquisa quali-quantitativa, que segundo (VIANNA, 2008) é um método utilizado em casos que o estudo abordado é exploratório, ou seja, são os estudos que se tem pouco conhecimento inicial sobre o tema investigado.

Os procedimentos técnicos utilizados foram: pesquisas bibliográficas acerca do tema e levantamento de informações junto ao objeto de estudo.

Para a análise do sistema de esgoto da cidade de Goioerê foi utilizada a ferramenta Análise SWOT.

O estudo foi realizado com base em três etapas, conforme apresentado na Figura 1. Inicialmente realizou-se uma análise da literatura, a fim de explorar os sistemas de esgotos sanitários e a ferramenta Análise SWOT, explorando seus conceitos e suas aplicações.

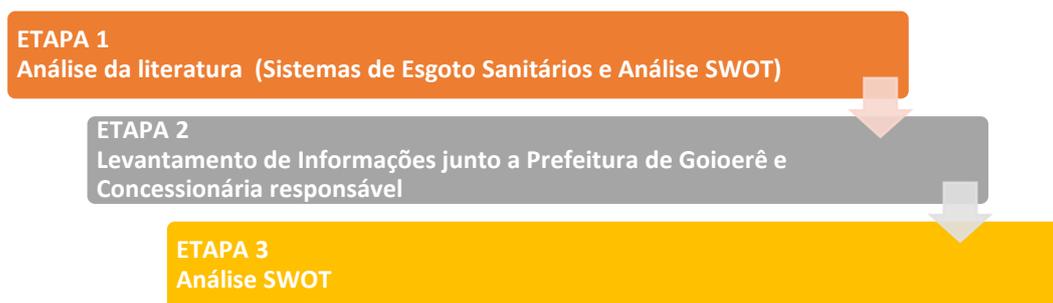


Figura 1 – Etapas para aplicação  
Fonte: O autor (2021).

A segunda etapa foi realizada por meio de levantamento de informações junto a Prefeitura Municipal de Goioerê e da concessionária responsável pelo sistema de esgoto sanitário da cidade. O levantamento foi conduzido por meio de questionamento de informações acerca do sistema de esgoto sanitário da cidade, objetivando levantar informações que servissem para caracterizar e conhecer melhor tal sistema.

Por fim, na terceira etapa, por meio das informações coletadas no levantamento dos dados, realizou-se o diagnóstico do sistema de esgoto sanitário utilizando a ferramenta Análise SWOT. Desta forma, pode-se identificar, dentro do sistema de esgotos da cidade de Goioerê, quais os pontos potencialmente mais fortes e os mais fracos com relação ao trabalho desempenhado pela organização responsável. Com isso, a matriz apresentada pela análise SWOT também pode apontar quais as oportunidades e as ameaças envolvidas no sistema de esgoto sanitário.

Neste âmbito, a análise foi estruturada conforme as etapas apresentadas na Figura 2.



Figura 2 – Etapas da Análise SWOT  
Fonte: O autor (2021).

Com a matriz montada, todas as forças, fraquezas, oportunidades e ameaças determinadas em relação ao sistema de esgoto sanitário da cidade foram analisados.

O método de pesquisa deve ser detalhadamente apresentado, incluindo delineamento ou estratégias utilizadas, e instrumentos de coleta e análise de dados claramente especificados.

O original deverá ser formatado em folha A4, com espaço simples, fonte Times New Roman, tamanho 12, justificado. As margens superior e esquerda devem apresentar 3 cm e as margens inferior e direita, 2 cm.

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A cidade escolhida como objeto do estudo foi Goioerê, criada em 1955, situada no noroeste do Paraná. A cidade possui uma área de 564 163 km<sup>2</sup>, habitada por 28 808 pessoas, pertencendo a região imediata de Campo Mourão (CIDADE-BRASIL, 2021). A Figura 3 apresenta um mapa da cidade de Goioerê.



Figura 3 - Mapa da cidade de Goioerê  
Fonte: GOIOERÊ (2014)

Goioerê possui um Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB) que foi realizado no ano de 2012, sendo aprovado pela Lei Municipal nº 2326/2014. Esse plano é válido para toda a área urbanizada da cidade, abrangendo a agrovila Novaes e as comunidades rurais dos Gonçalves, Santa Luzia e Água Branca do Cascalho (GOIOERÊ, 2014).

Na Figura 4, conseguimos observar um mapa com os loteamentos da cidade de Goioerê.



Figura 4 - Loteamento da cidade de Goioerê  
Fonte: FAUEL (2021).

O responsável pelo saneamento da cidade é a Companhia de Saneamento do Paraná (Sanepar), que está atuando dentro de um contrato de prestação de serviços que é atualizado a cada 15 anos. Esse contrato aponta que a Sanepar é a responsável por todas as ações necessárias para realização do saneamento da cidade, sendo que todos os procedimentos precisam estar de acordo com as exigências do IAP – Instituto Ambiental do Paraná.

Com base no Plano Diretor de Saneamento e Infraestrutura que foi disponibilizado, realizamos a aplicação da análise SWOT para verificar a situação do sistema de esgoto sanitário da cidade. Deste modo, o resultado determinado por meio da análise SWOT ficou explícito conforme exposto na Figura 5.

	Positivo	Negativo
ANÁLISE INTERNA	Investimento programado pela concessionária Sistema operando com qualidade	Demanda de um grande investimento para expansão Não possui rede nas vias rurais
ANÁLISE EXTERNA	Demanda existente Oportunidades	População sem rede de esgoto Ameaças Apresenta a existência de fossas nos passeios públicos

Figura 5 - Matriz da análise SWOT  
Fonte: O autor (2021).

Assim, foi realizado uma discussão sobre cada ponto encontrado na matriz, ressaltando seus pontos positivos e negativos, tanto para a cidade quanto para os seus habitantes. Esses pontos são, com relação a:

- **Forças:**
  1. Investimento programado pela concessionária:

Dentro do Plano de Saneamento apresentado em 2012, a expansão do sistema de esgoto sanitário seria de 27 850 metros de rede coletora e de 1 392 novas ligações prediais. Esses dados foram programados para 2016 e a expansão foi realizada. Também foi apresentado como plano a construção de uma estação de tratamento RALF e um pátio de cura. Ambos os projetos ainda estão em análise, sem previsão para implantação.

Para o ano de 2022, o planejamento é o de construir 10 000 metros de rede coletora de esgoto e mais 960 ligações. Seguindo para o ano de 2025, o planejamento segue na construção de mais 10 000 metros de rede coletora e mais 500 ligações prediais, destaca-se também a construção de uma estação elevatória e uma linha de recalque, prevista no plano. E finalizando o contrato, no ano de 2031, o plano é construir mais 10 000 de rede coletora e mais 500 ligações prediais.

## 2. Sistema operando com qualidade:

O sistema de tratamento do esgoto da cidade atende os parâmetros estabelecidos pelo IAP, de forma que os resíduos coletados são conduzidos para uma única estação de tratamento. A estação está localizada na bacia do arroio *Schmidt* e possui capacidade de 60 litros por segundo. Sua média de operação é de aproximadamente 19 litros por segundo.

Todo afluente coletado na cidade, é transportado para a estação, que aplica o tratamento secundário e realiza o seu despejo. O afluente não é despejado sem que seja realizado seu tratamento.

- **Fraquezas:**

### 1. Demanda de um grande investimento para expansão:

Para realizar a ampliação do sistema de esgoto sanitário de Goioerê, é necessário fazer a expansão de 30 000 metros de rede coletora e de 1960 ligações. Para aumentar as ligações, deverá ser criada a estação de tratamento RALF ou ampliada a estação que realiza o tratamento atual.

Essas expansões demandam de um grande investimento e a concessionária depende da prefeitura para aprovação do plano de ampliação. Deste modo, as obras estão aguardando aprovação.

2. Não possui redes de esgoto sanitário nas vias rurais:

Por se tratar de um investimento muito grande, a companhia não atende as zonas rurais da cidade. Isso porque demanda de uma grande quantidade de metros de canalizações para serem implantadas. Deste modo o plano de saneamento possui o enfoque em aplicar os sistemas de esgotos sanitários somente para as vias urbanas.

- **Oportunidades:**

1. Demanda existente:

Existe uma grande demanda na expansão dos sistemas de esgotos sanitários na cidade, as redes ainda não alcançam um número considerado de habitantes. Deste modo, existe grande necessidade da sua aplicação. No que depende da concessionária SANEPAR, essa necessidade já foi enfatizada no plano diretor, entretanto a prefeitura ainda precisa disponibilizar o investimento.

- **Ameaças:**

1. População sem rede de esgoto:

O sistema de esgoto sanitário começou em 1996 com 402 unidades atendidas. Até 2006, sua expansão foi para 4 155 unidades atendidas, número correspondente a cerca de 50 % da população urbana. Os dados referentes até o ano de 2017 consideravam uma população estimada em 26 600 pessoas, sendo que o sistema atenderia aproximadamente 15 209 habitantes, o equivalente a cerca de 57 % da população.

O sistema de esgoto sanitário pode ser observado na Figura 6.



Figura 6 - Mapa do sistema de esgoto sanitário de Goioerê  
Fonte: FAUEL (2021).

A rede de esgoto sanitário possui atualmente 104 949 metros de tubulação, que atendem integralmente o os bairros centro, Santa Casa, Colina Verde, Jardim Lindoia e, parcialmente o Jardim Curitiba, Vila Guairá e Morumbi.

## 2. Apresenta a existência de fossas nos passeios públicos

Por apresentar um sistema de esgoto sanitário que não atende toda a cidade, ocorre a existência de fossas nos passeios públicos. Esse fator pode ocasionar desbarrancamento quando o índice de chuva é muito alto. Sem contar o risco que pode causar para a população, que pode ser afetada por esses danos.

Agora, a partir da determinação dos itens da análise, foi realizada a quantificação desses itens. Para esta quantificação adotou-se o parâmetro do nível de importância, intensidade e tendência de cada fator encontrado. Ao final da classificação pode-se determinar uma pontuação para cada etapa da análise SWOT, essa pontuação serviu de parâmetro para resultado final encontrado.

Deste modo, a quantificação foi determinada conforme observado na Figura 7.

Forças				
Item	Importância	Intensidade	Tendência	Pontuação
Investimento programado pela concessionária	Totalmente importante	Muito forte	Melhora muito	125
Sistema operando com qualidade	Totalmente importante	Forte	Melhora muito	100
Fraquezas				
Item	Importância	Intensidade	Tendência	Pontuação
Demanda de um grande investimento para expansão	Totalmente importante	Muito forte	Melhora muito	25
Não possui rede nas vias rurais	Importante	Forte	Melhora	24
Oportunidades				
Item	Importância	Urgência	Tendência	Pontuação
Demanda existente	Totalmente importante	Urgente	Melhora muito	75
Ameaças				
Item	Importância	Urgência	Tendência	Pontuação
População sem rede de esgoto	Totalmente importante	Muito urgente	Melhora muito	20
Apresenta a existência de fossas nos passeios públicos	Importante	Urgente	Melhora	18

Figura 7 - Quantificação da análise SWOT  
Fonte: O autor (2021).

Considerando o resultado obtido na quantificação dos itens, obteve-se o seguinte gráfico da análise, apresentado na Figura 8.



Figura 8 - Gráfico de radar da Análise SWOT  
Fonte: O autor (2021).

O gráfico é representado por meio da análise geral da quantificação dos fatores, que se deram por 225 a pontuação das forças, 49 a pontuação das fraquezas, 75 a pontuação das oportunidades e 38 pontos de ameaça. A porcentagem total com relação a pontuação da análise geral dos fatores pode ser visualizada na Figura 9.

<b>Forças</b>	58%
<b>Fraquezas</b>	13%
<b>Oportunidades</b>	19%
<b>Ameaças</b>	10%

Figura 9 - Índice de pontuação geral

Fonte: O autor (2021).

Com a análise da Figura 9, conseguimos determinar que as forças são maiores que a fraqueza, obtendo um bom resultado de trabalho. E as oportunidades resultaram em uma quantificação maior que as ameaças, fator que estabelece um futuro promissor para o desempenho das ações.

Por fim, analisou-se o índice de favorabilidade de 110%, como podemos observar na Figura 10.

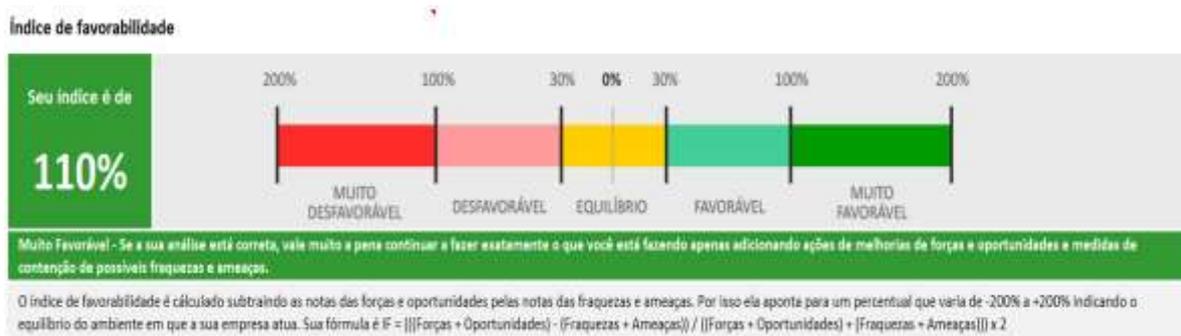


Figura 10 - Índice de favorabilidade da análise SWOT

Fonte: O autor (2021).

Com isso, a análise SWOT aplicada determina que os sistemas de esgotos sanitários da cidade estão favoráveis, dependendo apenas de ações de melhoria e medidas de contenção das fraquezas e ameaças.

## 5 CONCLUSÃO

Com a realização na análise SWOT, conseguiu-se determinar quais são os pontos fortes, as fraquezas, as oportunidades e as ameaças do sistema de esgoto sanitário na cidade de Goioerê.

Ficou evidente a deficiência da cidade em relação a implantação do sistema de esgoto em todo seu perímetro urbano, uma vez que somente 57% é atendido pela rede. Por ser uma cidade que possui 65 anos, ainda precisa de um grande desenvolvimento no seu perímetro urbano.

O Plano de Saneamento da cidade não está sendo executado dentro do planejamento da Sanepar, pois em 2016 a meta era atingir um índice de 65% de atendimento as redes coletoras de esgoto. Entretanto, apesar de não cumprir a meta, fica evidente que a infraestrutura está sendo realizada.

No entanto, o sistema de esgoto sanitário da cidade está operando com qualidade e todo o efluente gerado é transportado para a estação de tratamento, para somente depois de tratado ser despejado no corpo d'água.

Além disso, o Plano de Saneamento está em vigor, sendo que os investimentos programados estão sendo realizados, até o momento, dentro do prazo programado pela Sanepar.

Com isso, a análise SWOT determinou que o sistema de esgoto sanitário da cidade está sendo executado de forma favorável e que necessita de medidas de contenções das suas fraquezas e ameaças para conseguir uma evolução ainda maior.

## REFERÊNCIAS

- DIAS, R. O. G. G. FERREIRA, A. C. S. **A matriz SWOT como ferramenta de gestão estratégica: o caso do Centro de Operações da Área Financeira Petrobras**. XVI Congresso Brasileiro de Custos. Ceara, 2009. Disponível em: <https://anaiscbc.emnuvens.com.br/anais/article/view/1054>. Acesso em 15 de maio de 2021.
- FAUEL – Fundação de Apoio ao Desenvolvimento da Universidade Estadual de Londrina. **Revisão do Plano Diretor Municipal**. Goioerê, 2018. Disponível em: [http://goioere.pr.gov.br/uploads/legislacao/1-Sumario-Goioere\\_\(85\).pdf](http://goioere.pr.gov.br/uploads/legislacao/1-Sumario-Goioere_(85).pdf). Acesso em 15 de maio de 2021.
- GOVERNO DO ESTADO DO PARANÁ. **Secretaria da comunicação social – Goioerê**. Curitiba, 2021. Disponível em: <http://www.viajeparana.com/Goioere#>. Acesso em 15 de maio de 2021.
- RIBEIRO NETO, E. **Análise SWOT – Planejamento Estratégico para Análise de Implantação e Formação de Equipe de Manutenção em uma Empresa de Segmento Industrial**. Trabalho de Conclusão de Curso – Faculdade Pitágoras. São João Del Rei, 2011.
- NORO, E. A. **Sistema combinado de esgotamento sanitário: alternativa viabilizadora de sistemas de esgotos**. Trabalho de Conclusão do Curso de Engenharia Civil – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2012.
- PEREIRA, J.A.R.; SOARES, J.M. **Rede coletora de esgoto sanitário: projeto, construção e operação**. NUMA/UFPA; EDUFPA. Belém, 2006.
- PIRES, F. M. B. **Sistema de Esgotamento Sanitário**. Trabalho de Conclusão do Curso de Engenharia Ambiental – Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2018.

TSUTIYA, M. T. ALEM SOBRINHO, P. **Coleta e Transporte de Esgoto Sanitário**. Abes, 3. Ed. Rio de Janeiro, 2011.

## CAPÍTULO 4

### A INTERFERÊNCIA DO COVID-19 NO PLANEJAMENTO URBANO E NA GESTÃO DAS CIDADES

#### THE INTERFERENCE OF COVID-19 IN URBAN PLANNING AND CITY MANAGEMENT

**FERREIRA, Felipe Facco Mendes**

Engenheiro de Produção, UEM.  
felipefaccomf@gmail.com

**SOARES, Evandro Bezerra**

Engenheiro de Produção, UEM.  
Evandrobezerrasoares77@gmail.com

**DE ANGELIS NETO, Generoso**

Engenheiro Civil, UEM.  
ganeto@uem.br

**BARBOSA, Priscila Pasti**

Engenheira de Produção, UEM.  
ppbarbosa2@uem.br

#### RESUMO

O principal objetivo deste estudo é compreender os tipos de impactos gerados durante a pandemia no planejamento urbano das cidades e destacar as principais lições que podem ser aprendidas para o planejamento e projeto urbano pós-covid, evidenciando alguns resultados e comparações como base para essa análise. Os resultados mostram que as primeiras pesquisas sobre os impactos do COVID-19 nas cidades estão principalmente relacionadas a quatro categorias, sendo elas: qualidade ambiental, impacto socioeconômico, gestão e transporte e desenho urbano. A primeira categoria abrange questões relacionadas à qualidade do ar, parâmetros meteorológicos e qualidade da água, apresentando alguns outros conceitos pouco explorados até ao momento. As melhorias na qualidade do ar e da água nas cidades durante os períodos de *lockdown* (bloqueio) destacam os impactos ambientais significativos das atividades antrópicas e fornecem um alerta para a adoção de caminhos de desenvolvimento ambientalmente corretos. Os estudos analisados também fornecem outras recomendações relacionadas aos fatores socioeconômicos, gestão, transporte e inúmeros projetos que podem ser utilizados para o planejamento e projeto urbano pós-covid. Em geral, o conhecimento existente até o presente momento evidencia que a crise do COVID-19 representa uma excelente oportunidade para planejar e desenvolver políticas que consigam promover ações transformadoras no sentido de criar cidades mais justas, resilientes e sustentáveis.

**Palavras-chave:** COVID-19, Planejamento Urbano, Pandemia.

#### ABSTRACT

The main objective of this study is to understand the types of impacts generated during the pandemic on urban planning in cities and to highlight the main lessons that can be learned for post-covid urban planning and design, highlighting some results and comparisons as a basis for this analysis. The results show that the first surveys on the impacts of COVID-19 on cities are mainly related to four categories, namely: environmental quality, socioeconomic impact, management and transport and urban design. The first category covers issues related to air quality, meteorological parameters, and water quality, presenting some other concepts that have been little explored so far. Improvements in air and water quality in cities during lockdown periods highlight the significant environmental impacts of human activities and provide a wake-up call for the adoption of environmentally sound development paths. The analyzed studies also provide other recommendations related to socioeconomic factors, management, transport, and numerous projects that can be used for post-covid urban planning and design. In general, the existing knowledge so far shows that the COVID-19 crisis represents an excellent opportunity to plan and develop policies that can promote transformative actions towards creating fairer, more resilient, and sustainable cities.

**Keywords:** COVID-19, Urban Planning, Pandemic.

## 1 INTRODUÇÃO

Atualmente as cidades abrigam a maior parte da população mundial e são centros de crescimento econômico e inovação. No entanto a alta concentração de pessoas e atividades nas cidades as tornam vulneráveis a vários fatores de estresse, como desastres naturais ou provocados pelo homem. Nas últimas décadas, foi publicado uma vasta quantidade de pesquisas sobre os impactos dos desastres nas cidades e quais as medidas a serem adotadas para o replanejamento, recuperação e adaptação que devem ser tomadas para lidar com essas problemáticas (SHARIFI, 2020).

Embora não seja a primeira vez na história que uma pandemia assole as cidades, não existe uma literatura relacionada entre cidade e pandemia antes do COVID-19 (SHARIFI; KHAVARIAN-GARMSIR, 2020).

A pesquisa urbana relacionada a pandemias anteriores concentra-se principalmente em questões como a desigualdade que tornam os grupos pobres e marginalizados mais vulneráveis às pandemias (LI; et al., 2020).

A recente pandemia trouxe à tona a vulnerabilidade urbana perante as catástrofes. Como as mudanças climáticas e a invasão humana em habitats naturais da vida selvagem, podem aumentar a frequência de pandemias no futuro. Evidenciando que deve ser realizado um planejamento que contemple esses tipos de situações, para que possam ser abordados na gestão das cidades. Nesse sentido a atual pandemia oferece uma oportunidade sem precedentes de compreender como as cidades são afetadas e quais ações devem ser tomadas para minimizar os impactos a população (UGOLINI, 2020).

Os primeiros casos confirmados do COVID-19 foram identificados em 2019 em Wuhan, província de Hubei, China. Desde então tornou-se uma pandemia se espalhando no mundo inteiro rapidamente. Muitos países, principalmente os em desenvolvimento, ainda lutam contra essa doença, 12 meses após o seu início. Muitos pesquisadores e cientistas buscam incansavelmente por uma cura ou método para reduzir os estragos gerados por esse terrível vírus (LU; STRATTON; TANG, 2020).

Os impactos desde os primeiros dias em cidades populosas, que possuem centros comerciais, sejam ao ar livre ou em locais fechados, trouxeram a tona a vulnerabilidade das cidades e das estruturas atuais para o combate ou simplesmente para o convívio em meio a uma pandemia (HARAPAN; et al., 2020).

Como resultado, nos últimos meses, um grande corpo de pesquisa foi publicado diversos temas relacionados ao COVID-19 e as cidades. Neste contexto, os principais objetivos deste estudo são compreender os impactos da pandemia nas cidades e destacar as lições que podem ser aprendidas para o planejamento urbano pós-pandemia. Os problemas expostos e as recomendações fornecidas para lidar com eles podem auxiliar os planejadores de cidades sobre possíveis medidas que necessitam serem tomadas para o desenvolvimento mesmo em meio a pandemias ou a qualquer outro tipo de catástrofe.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 Objetivo geral

O principal objetivo deste estudo é compreender os tipos de impactos gerados durante a pandemia no planejamento urbano das cidades.

### 2.2 Objetivos específicos

Para alcançar o objetivo geral será necessário:

- Destacar as principais lições que podem ser aprendidas para o planejamento e projeto urbano pós-covid;
- Apresentar alguns resultados e comparações como base para essa análise;
- Identificar os impactos socioeconômicos.

## 3 REVISÃO DE LITERATURA

O planejamento urbano e o desenho urbano podem aliviar ou agravar a disseminação dos riscos à saúde pública de muitas maneiras. Muito antes que as estatísticas de dados estivessem acessíveis, as autoridades de saúde suspeitavam que os layouts, tamanho da população e medidas de saneamento da cidade estavam de alguma forma relacionados à disseminação das doenças, o que por sua vez levou a complicações graves de epidemias (DANESHPOUR, 2020).

O século XXI testemunhou até agora uma variedade de doenças de natureza diferente, virais ou bacterianas, como SARS, MERS, Ebola, gripe aviária, gripe suína e o atual COVID-19. E uma vez que o mundo é recentemente considerado um portal de boas-vindas a novas pandemias, novos métodos de projetos de cidades estão em necessidade desesperada de evitar que exteriores se tornem zonas proibidas, em vez disso, permanecendo um espaço seguro e habitável (ABOUKORIN; HAN; MAHRAN, 2020).

Portanto, a pandemia COVID-19 é uma oportunidade para focar no que pode e deve ser mudado, para reavaliar a forma como as cidades são construídas, mantidas e vividas. Além disso, uma série de questões sérias surgiram em meio ao ataque pandêmico de COVID-19, embora os impactos ainda não tenham sido entendidos de forma holística, parece óbvio que esta crise prejudicará visualmente as cidades, tanto física quanto socialmente, e ecoará por gerações. Alguns dos quais incluem medo e confusão, riscos de doença e morte, estresse e insuficiência do sistema de saúde, restrições de viagens, requisitos de isolamento e quarentena, estresse mental e físico, além de perda de renda para indivíduos, empresas e governos, o que por sua vez ameaça os locais, economias nacionais e globais (HAMIDI; SABOURI; EWING, 2020).

Os níveis de preparação das cidades e vilas para ataques pandêmicos estão mais rápidos do que nunca em prol da redução do risco de desastres. Portanto, esta era pandêmica é um apelo para que todos os planejadores urbanos incorporem totalmente os aspectos da saúde em seus esquemas de planejamento, tanto em termos políticos quanto práticos (ZHANG; ZHANG; WANG, 2020).

A resiliência urbana permite que as cidades avaliem, se preparem e respondam a todos os perigos de diferentes naturezas, esperados ou inesperados, repentinos ou lentos, e pode, portanto, proteger e melhorar a vida das pessoas. Consequentemente, e à luz do COVID-19, é essencial concluir que a resiliência no planejamento urbano se ramifica mais além do clima, paisagens, ecologia e desastres naturais. Em vez disso, reforçando a capacidade dos ambientes urbanos de absorver tal golpe sem uma mudança significativa na estrutura ou função (AHANGIRI; JAHANGIRI; NAJAFGHOLIPOUR, 2020).

Ao tentar estudar e analisar os vários aspectos e características por trás do agravamento deste surto, muitos inspecionando a tendência de propagação deste novo vírus apressaram-se em atribuir densidade, tornando-o um dos fatores mais controversos e influentes que se destacaram intrigando muitos e entregando questões sobre se a densidade urbana e cidades saudáveis estão intimamente relacionadas. Afinal, o distanciamento físico tem sido a medida mais comum para conter a disseminação do vírus. No entanto, isso não significa que as cidades de alta densidade sejam necessariamente mais vulneráveis e as cidades de baixa densidade mais resilientes à pandemia (DANESHPOUR, 2020).

Em teoria, comunidades densas levam a mais interação social entre os residentes, equipando-os para se tornarem potenciais epicentros devido à rápida disseminação de pandemias. Porém, por outro lado, áreas densas podem ser ambientes melhores para domar e forçar medidas e políticas rígidas como distanciamento social, além de ter melhor acesso aos serviços de saúde, pois as cidades muitas vezes precisam para atender a um certo limite de densidade populacional para oferecer instalações e serviços de nível superior aos seus residentes (ABOUKORIN; HAN; MAHRAN, 2020).

#### **4 METODOLOGIA**

Foram selecionados diversos artigos e informações pertinentes ao COVID-19, as mudanças provocadas no planejamento urbano e em toda gestão das cidades devido a pandemia, no qual o autor as filtrou e as dispôs na seção seguinte.

Para ficar de uma forma mais clara, a análise ficou dividida em 4 categorias: qualidade ambiental, impacto socioeconômico, gestão e por fim, o transporte e design urbano.

#### **5 RESULTADOS ANALISADOS E DISCUSSÃO**

##### **5.1 Qualidade ambiental**

Em resposta à pandemia, surgiram os bloqueios parciais e totais, nos quais foram impostos em muitas partes do mundo. Esses bloqueios proporcionaram uma oportunidade sem precedentes para testar uma das principais formas de intervenções de política de transporte e nos padrões de produção nunca vistos, contribuindo para a melhora significativa na qualidade do ar (KERIMRAY; et al., 2020).

Foram evidenciados ao menos 20 países, com a maioria dos estudos enfocando nas comparações dos níveis de concentração do ar atmosférico durante o período de lockdown com os níveis de concentração com períodos correspondentes em anos anteriores (BALDASANO, 2020).

Os resultados mostram que na maioria dos casos, as restrições de viagens reduziram significativamente a quantidade de NO<sub>2</sub> (dióxido de nitrogênio) e o CO (monóxido de carbono), que são poluentes diretamente associados ao setor de transporte (BALDASANO, 2020).

Entretanto, em março de 2020, em média, as observações horárias da concentração de NO<sub>2</sub> em Madri e Barcelona apresentaram, respectivamente, reduções de 62% e 50% em relação aos dados

de 2019. Tais reduções, entretanto, não foram relatadas para cidades americanas como Memphis e Nova York (BALDASANO, 2020; ZANGARI; HILL; CHARETTE; MIROWSKY, 2020).

Os resultados relatados para outros poluentes, como os materiais particulados (PM), são mais mistos. No geral, embora reduções significativas tenham sido observadas em algumas cidades chinesas, as evidências apontam que as reduções na concentração de PM são menos significativas (KERIMRAY; et al., 2020).

Em relação às concentrações de ozônio ( $O_3$ ), aumentos significativos foram relatados nos artigos analisados. Isso tem sido atribuído principalmente à menor titulação de  $O_3$  por NO (monóxido de nitrogênio) devido a reduções significativas nos níveis de concentração de NOx (Número de oxidação). Argumenta-se, no entanto, que pesquisas adicionais são necessárias para melhor compreender os mecanismos de reação subjacentes e os efeitos de outros fatores meteorológicos (BAO; ZHANG, 2020).

Outra questão importante relacionada à qualidade do ar é que, de acordo com as evidências iniciais, a redução da poluição do ar pode contribuir para controlar a propagação da pandemia e aumentar a capacidade de enfrentamento dos indivíduos infectados. Na verdade, vários estudos encontraram fortes associações entre transmissão/mortalidade de COVID-19 e altos níveis de poluição do ar (BALDASANO, 2020).

Em geral, os resultados implicam condições específicas do contexto e das fontes de poluição, os principais benefícios podem ser alcançados tornando o sistema de transporte mais limpo e eliminando a poluição das grades indústrias, principalmente em grandes metrópoles (BAO; ZHANG, 2020).

Além da qualidade do ar, outros Impactos de diferentes parâmetros ambientais e meteorológicos como temperatura, umidade, velocidade do vento e níveis de poluição foram abordados no estudo (ZORAN; et al., 2020).

Três grandes questões relacionadas aos impactos e implicações da pandemia para a gestão do ciclo hidrológico urbano têm sido discutidas na literatura: primeiro, as melhorias observadas na qualidade dos recursos hídricos; em segundo lugar, as preocupações com a possibilidade de aumento da poluição da água causada por medicamentos usados no tratamento de pacientes com COVID-19; e terceiro, a necessidade de tratamento aprimorado de águas residuais para reduzir a probabilidade de transmissão de COVID-19 por meio de matéria fecal (SHARIFI; KHAVARIAN-GARMSIR, 2020).

Vários estudos relataram melhorias na qualidade das águas superficiais e subterrâneas durante os períodos de bloqueio. No geral, o *lockdown* melhora a qualidade da água, reduzindo a contaminação das fontes de água. Devido à redução das atividades antrópicas, as cabeceiras, frequentemente localizadas longe das cidades, são menos afetadas por fontes difusas de poluição, como  $NO_2$  (Dióxido de Nitrogênio),  $SO_2$  (Dióxido de enxofre) e  $NH_3$  (Amônia). Além disso, os recursos hídricos a jusante também são menos contaminados por fontes pontuais, como unidades industriais e fontes não pontuais, como tráfego de veículos (HALLEMA; ROBINNE; McNULTY, 2020).

As atividades de turismo em Veneza foram interrompidas, resultando em uma diminuição dramática do tráfego de navios e poluição associada e concentração de sedimentos na lagoa de Veneza. Em combinação com outros fatores, isso levou a melhorias significativas na qualidade da água na lagoa e nos canais da cidade (ZORAN; et al., 2020).

Como o corona vírus pode se espalhar por meio das vias fecais/orais, o manejo adequado do ciclo hidrológico urbano também é crítico para conter a propagação do vírus. A desinfecção suficiente de estações de água e estações de tratamento de águas residuais e medidas como a prevenção de vazamento de esgoto em recursos de água doce é essencial para reduzir a exposição humana ao vírus (SHARIFI; KHAVARIAN-GARMSIR, 2020).

## 5.2 Impacto socioeconômico

As consequências sociais da pandemia foram discutidas no contexto de países em desenvolvimento e desenvolvidos. O foco está principalmente nos impactos negativos, mas também há estudos que discutem atividades sociais positivas impulsionadas pela crise. A maioria dos estudos enfocou questões causadas pelas antigas desigualdades estruturais que podem ser observadas em muitas sociedades. Historicamente, as pandemias atingiram minorias e pessoas no fundo do espectro socioeconômico de forma desproporcional (WASDANY; PRASAD, 2020).

Além das minorias, o COVID-19 atingiu grupos vulneráveis, parte da população urbana vive em favelas com condições de vida e sanitárias precárias. Uma combinação de fatores como densidade populacional elevada, acesso inadequado a serviços de infraestrutura básica e meios de subsistência precários torna difícil, senão impossível, conter a disseminação do vírus em favelas por meio da promoção de distanciamento social e medidas de quarentena (CATTIVELLI; RUSCIANO, 2020).

O aumento da taxa de ocorrência de tensões sociais é outra questão que deve ser difundida no planejamento urbano, como forma de amenizar essa discriminação. Por exemplo, a pandemia causou forte tensão social entre os grupos de migrantes, principalmente de migrantes chineses em quase todos os países ao redor do mundo (WASDANY; PRASAD, 2020).

Mais uma vez o incidente em escala global e sem precedentes, consegue expô-las as desigualdades e as linhas de falha social que existem em muitos países. A redução dessas desigualdades é fundamental para melhorar a capacidade de enfrentamento e resposta das cidades a qualquer tipo de catástrofe. Isso também deve ser combinado com medidas destinadas a melhorar o senso da comunidade para evitar tensões sociais e melhorar a capacidade de iniciativas comunitárias que são vitais para responder e se recuperar de qualquer tipo de incidente.

Devido às paralisações parciais e totais de diversas cidades do mundo, a economia sofreu um impacto muito negativo, as consequências são complexas e ocorrem de várias maneiras e em uma ampla gama de escalas. O surto teve uma influência significativa na receita tributária municipal e na renda per capita de cada região (EARL; VIETNAM, 2020).

No geral, a pandemia diminuiu a base tributária de muitas cidades, reduzindo sua capacidade de implementar planos de desenvolvimento urbano. Como as cidades devem experimentar déficits financeiros significativos, elas podem precisar priorizar investimentos e adiar ou cancelar alguns planos que podem ser considerados menos importantes, afetando ainda mais o desenvolvimento (KUNZMANN, 2020).

É muito cedo para dizer qual será a escala exata das perdas econômicas nas cidades e como elas irão responder e se adaptar a essas perdas. Algumas ações de resposta inicial, como provisão de planos econômicos de estímulo e permissão de diferimento de impostos, foram feitas e sua eficácia ainda está para ser verificada. Existem também argumentos sobre os possíveis benefícios econômicos de longo prazo dos *lockdowns* (BHERWANI; et al., 2020).

## 5.3 Gestão

Como as tendências de urbanização continuam a aumentar globalmente, a importância do governo para o desenvolvimento das cidades no enfrentamento de desafios é cada vez mais reconhecida (DUGGAL, 2020).

O modelo de governo integrado permitiu que algumas cidades prevenissem com sucesso a propagação do vírus, sendo capazes de detectar rapidamente indivíduos infectados por meio de testes e vigilância aprimorados, além de ações de bloqueio e distanciamento social em tempo hábil. Essas ações muitas vezes envolvem o fornecimento de suporte econômico e social. Por exemplo, no

Vietnã, que é amplamente elogiado por seu sucesso em “achatar a curva”, os governos locais forneceram apoio econômico a grupos pobres, desfavorecidos e vulneráveis (THOI, 2020).

Muito antes da pandemia, havia um interesse crescente e grandes avanços no uso de soluções inteligentes, habilitadas por Tecnologias de Informação e Comunicação (*Information and Communication Technologies – ICT's*) e análises de *big data*, para aumentar a eficiência e eficácia das operações urbanas e melhorar a qualidade de vida (CHEN; MARVIN; WHILE, 2020).

Desdobrando-se em meio a esses avanços rápidos, o COVID-19 forneceu uma boa oportunidade para testar a capacidade de soluções inteligentes para resolver questões sociais importantes. Também proporcionou ímpeto adicional para o desenvolvimento de cidades inteligentes, conforme evidenciado pela crescente dependência de teletrabalho, telemedicina, sistemas de vigilância, comércio e educação online, impulsionando os movimentos da cidade inteligente (KUNZMANN, 2020).

As primeiras evidências relatadas mostram que várias tecnologias inteligentes foram reaproveitadas para, entre outras coisas, adotar medidas de resposta apropriadas, minimizar o contato entre pessoas, identificar indivíduos infectados, prever padrões de difusão e facilitar medidas de quarentena. O monitoramento em tempo real e a analítica de *big data* são essenciais para uma resposta adaptativa eficaz contra catástrofes (JAMES et al., 2020).

Em Newcastle, na Inglaterra, a cidade utilizou um observatório para coletar e armazenar dados em tempo real sobre várias métricas, incluindo tráfego de veículos, movimento de pedestres e qualidade do ar. Em resposta à crise do COVID-19, as informações eram processadas quase que simultânea a sua coleta e os dados repassados as autoridades locais sobre as mudanças nos comportamentos da sociedade, fato que lhes permitia tomar decisões adaptativas baseadas em dados e evidências (JAMES et al., 2020).

#### 5.4 Transporte e design urbano

Geralmente, o movimento da população e a infraestrutura de transporte que aumentam a conectividade interurbana são considerados fatores chave que contribuem para a disseminação de doenças infecciosas (CONNOLLY; KEIL; ALI, 2020).

Um estudo sobre a associação entre os padrões de mobilidade e a disseminação do vírus em diferentes regiões italianas, ressalta a quantidade de números de casos confirmados com o corona vírus, está fortemente relacionado com viagens realizadas até 21 dias antes (CARTENÌ; FRANCESCO; MARTINO, 2020).

Para conter a disseminação do COVID-19, muitos governos locais aplicaram restrições parciais ou totais de mobilidade (CARTENÌ; FRANCESCO; MARTINO, 2020).

Evidências empíricas sugerem uma diminuição significativa na mobilidade social após o surgimento do COVID-19 e a adoção de restrições de viagens. Gerando assim um declínio de 80% nas viagens diárias após a introdução de restrições no Reino Unido. Achados semelhantes foram relatados em outros contextos, sendo uma diminuição geral de 76% na mobilidade relatada na cidade de Santander, Espanha (ALOI et al., 2020).

No geral, as primeiras evidências sobre os impactos do COVID-19 no setor de transportes, destacam-se duas questões principais: primeiro, as restrições inteligentes de mobilidade, baseadas no risco de transmissão de diferentes modos de transporte, que são essenciais para conter a propagação do vírus, envolvendo uma tomada de medidas e processos para restringir viagens interestaduais de alto risco (HADJIDEMETRIOU et al., 2020).

Segundo os modos de transporte ativos, no qual têm se mostrado mais eficazes para atender às demandas de mobilidade dos cidadãos durante as pandemias. Eles podem fornecer acesso aos serviços de maneira acessível. Portanto, os modos de transporte ativos devem ser promovidos por

mais investimentos em infraestrutura para ciclovias e áreas para pedestres (HADJIDEMETRIOU et al., 2020).

Embora existam diversas formas de design estrutural das próprias cidades, ou até mesmo da própria região que possam influenciar a propagação do vírus, os modelos existentes têm se concentrado principalmente em fatores relacionados à densidade populacional, e outros fatores não são bem explorados. O surto de COVID-19 destacou questões relacionadas à conveniência de um desenvolvimento urbano compacto, para sanar principalmente questões de ventilação. A hipótese inicial era que áreas densamente povoadas e bem conectadas poderiam se tornar pontos críticos para a disseminação da pandemia devido aos altos níveis de interação. No entanto, as evidências encontradas para realizar tal afirmação são inconclusivas (HAMIDI; SABOURI; EWING, 2020).

No geral, embora a ligação entre o vírus e as características de design urbano tenha criado muitos debates na mídia e principalmente entre a própria população, a literatura existente não especifica em muitos detalhes como as diferentes medidas de projeto, como conectividade, tamanho do bloco, uso do solo, dentre outros, podem influenciar a taxa de infecção e mortalidade por COVID-19 e a capacidade das cidades de responder à pandemia (HAAS; FABER; HAMERSMA, 2020).

## 6 CONCLUSÃO

No início de 2020 o COVID-19 devastou muitos países ao redor do mundo, a vida diária em muitas cidades foi interrompida desde então. Como muitas partes do mundo ainda continuam a lutar arduamente contra a pandemia, a comunidade científica não tem medido esforços para encontrar uma luz, mediante a todo esse caos.

Com base nas literaturas, foi evidenciado neste estudo os principais impactos em vários setores urbanos, identificando os principais fatores que devem ser considerados para uma melhor preparação e resposta a futuros eventos. Os agravantes mais relevantes estão relacionados às 4 categorias abordadas.

No entanto, não há uma cobertura equilibrada dessas categorias, as questões relacionadas ao primeiro tema são dominantes. Provavelmente, isso ocorre porque os dados relacionados à qualidade do ar e aos impactos ambientais estão mais prontamente disponíveis, mas o acesso e a análise de dados relacionados a outros temas podem exigir mais tempo. Embora alguns padrões comuns possam ser observados, as evidências existentes indicam que os impactos e os mecanismos de resposta diferem de um contexto para outro, e nem sempre é fácil fornecer recomendações idênticas que se aplicam a cidades diferentes.

Claramente, as cidades necessitam reavaliar suas políticas em diferentes setores. Por exemplo, as melhorias na qualidade do ar e da água durante os períodos de *lockdown* (bloqueio), mais uma vez, destacam os impactos ambientais significativos das atividades antropogênicas e fornecem um alerta para a adoção de vias de desenvolvimento ambientalmente corretas. A pandemia também expôs velhas desigualdades socioeconômicas que existem nas cidades. Foi discutido como essas desigualdades poderiam ameaçar a saúde pública, tornando difícil a aplicação de medidas de proteção, como o distanciamento social.

Obviamente, superar essas desigualdades é fundamental e deve ser priorizado à medida que as cidades se recuperam da pandemia. Nesse sentido, as ações realizadas nos próximos anos são importantes e determinam se as cidades pós-covid serão desenvolvidas e administradas de maneira mais sustentável. À medida que as cidades começam a se recuperar, sua principal prioridade provavelmente será o desenvolvimento econômico. É fundamental garantir que, além do desenvolvimento econômico, também sejam consideradas as dimensões socioambientais da sustentabilidade.

O aumento no número de ciclistas em muitas cidades ao redor do mundo oferece uma janela única de oportunidade para promover ainda mais a cultura do ciclismo nas cidades. Isso pode transformar ciclistas temporários em ciclistas de longo prazo. Outra questão importante destacada por este estudo é que vários setores e fatores urbanos podem impactar a dinâmica da pandemia. Isso indica a importância de desenvolver avaliações integradas e abordagens de ação que facilitam o desenvolvimento de melhores estratégias de mitigação e resposta.

Não existe uma solução única para todos os problemas causados pela pandemia. Portanto, o desenvolvimento de abordagens integradas específicas ao contexto é essencial para o desenvolvimento e implementação de planejamento, resposta, recuperação e ações de adaptação eficazes. Em relação às limitações, deve-se reconhecer que a pesquisa sobre alguns temas como desenho urbano e fatores ambientais não é totalmente conclusiva, e considerando a evolução natureza da pandemia, descobertas novas e diferentes podem surgir nos próximos meses.

Ao final, deve ser reiterado que esta crise destaca a necessidade de reflexões críticas sobre a importância das cidades e como eles são governados. Espera-se que, esclarecidos pelos impactos substanciais da pandemia nas cidades, planejadores e autoridades locais tenham mais sucesso em reunir apoio para ações transformadoras para lidar com outras ameaças, como as mudanças climáticas que estão pairando sobre as cidades.

## 7 REFERÊNCIAS

ALOI, A.; et al. **Effects of the COVID-19 Lockdown on Urban Mobility: Empirical Evidence from the City of Santander (Spain)**. Sustainability, Santander, v. 12, p. 1-18, 2020.

BALDASANO, J. M. **COVID-19 lockdown effects on air quality by NO2 in the cities of Barcelona and Madrid (Spain)**. Barcelona, v. 741, p1-10, 2020.

BAO, R.; ZHANG, A. **Does lockdown reduce air pollution? Evidence from 44 cities in northern China**. Science of the Total Environment, Wuham, v. 731, p. 1-12, 2020.

BHERWANI, H.; et al. **Valuation of air pollution externalities: comparative assessment of economic damage and emission reduction under COVID-19 lockdown**. Springer, p. 683-694, 2020.

CARTENÌ, A.; FRANCESCO, L. D.; MARTINO, M. **How mobility habits influenced the spread of the COVID-19 pandemic: Results from the Italian case study**. Science of the Total Environment, Roma, v. 741, p. 1-9, 2020.

CATTIVELLI, V.; RUSCIANO, V. **Social Innovation and Food Provisioning during Covid-19: The Case of Urban–Rural Initiatives in the Province of Naples**. Sustainability, Bolzano, v. 12, p. 1-15, 2020.

CHEN, B.; MARVIN, S.; WHILE, A. **Containing COVID-19 in China: AI and the robotic restructuring of future cities**. Dialogues in Human Geography, Sheddiel, v. 10, p. 238-241, 2020.

CONNOLLY, C.; KEIL, R.; ALI, S. H. **Extended urbanisation and the spatialities of infectious disease: Demographic change, infrastructure and governance**. Urban Studies. Singapura, v. 49, p. 1-19, 2020.

DUGGAL, R. **Mumbai's Struggles with Public Health Crises From Plague to COVID-19**. ResearchGate, Mumbai, v. 21, p. 17-20, 2020.

EARL, C.; VIETNAM, R. **Living with Authoritarianism: Ho Chi Minh City during COVID-19 Lockdown.** *City & Society*, v. 32, 2020.

HAAS, M. FABER, R.; HAMERSMA, M. **How COVID-19 and the Dutch 'intelligent lockdown' change activities, work and travel behaviour: Evidence from longitudinal data in the Netherlands.** *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*, Holanda, v. 6, p. 1-11, 2020.

HADJIDEMETRIOU, G. M.; et al. **The impact of government measures and human mobility trend on COVID-19 related deaths in the UK.** *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*. Reino Unido, v. 6, p. 1-6, 2020.

HALLEMA, D. W.; ROBINNE, F.; McNULTY, S. G. **Pandemic spotlight on urban water quality.** *Ecological Processes*, Carolina do Norte, v. 9, p. 1-3, 2020.

HAMIDI, S.; SABOURI, S.; EWING, R. **Does density aggravate the COVID-19 pandemic?: early findings and lessons for planners.** *Journal of the American Planning Association*, p. 495-509, 2020.

HARAPAN, H.; et al. **Coronavirus disease 2019 (COVID-19): A literature review.** *Journal of Infection and Public Health*, Indonésia, v. 13, p. 667-673, março, 2020.

JAMES, R.; et al. **Smart cities and a data-driven response to COVID-19.** *Dialogues in Human Geography*. Newcastle, v. 10, p. 255-259, 2020.

KERIMRAY, A.; et al. **Assessing air quality changes in large cities during COVID-19 lockdowns: The impacts of traffic-free urban conditions in Almaty, Kazakhstan.** *Science of the Total Environment*, Almaty, v. 730, p. 1-8, 2020.

KUNZMANN, K. R. **Smart Cities After Covid-19: Ten Narratives.** Routledge, v. 56, p. 1-13, 2020.

LI, W.; et al. **Analysis of citizens' motivation and participation intention in urban planning.** *Wuhan*, v. 106, p. 1-9, setembro, 2020.

LU, H.; STRATTON, C. W.; TANG, Y. **Outbreak of pneumonia of unknown etiology in Wuhan, China: The mystery and the miracle.** *Journal of medical Virology*, Shanghai, p. 401-402, 2020.

SHARIFI, A. **Urban Resilience Assessment: Mapping Knowledge Structure and Trends.** *Sustainability*, Hiroshima, p. 1-18, julho, 2020.

SHARIFI, A.; KHAVARIAN-GARMSIR, A. R. **The COVID-19 pandemic: Impacts on cities and major lessons for urban planning, design, and management.** *Science of the Total Environment*, Hiroshima, v. 749, p. 1-14, setembro, 2020.

THOI, P. T. **Ho Chi Minh City- the front line against COVID-19 in Vietnam.** *City & Society*, Vietnã, v. 32, 2020.

UGOLINI, F.; et al. **Effects of the COVID-19 pandemic on the use and perceptions of urban green space: An international exploratory study.** *Sesto Fiorentino*, v. 56, p. 1-9, outubro, 2020.

WASDANY, K. P.; PRASAD, A. **The impossibility of social distancing among the urban poor: Matthews, K. How city planning can affect how diseases spread.** Retrieved from Planetizen, junho, 2018.

DANESHPOUR, Z. Out of the coronavirus crisis, a new kind of urban planning must be born - Post pandemic urban and regional planning and the lessons that can be learned from Coronavirus pandemic 2020. **ResearchGate**, p. 1-10, abril, 2020.

ABOUKORIN, S. A. A.; HAN, H.; MAHRAN, M. G. Role of urban planning characteristics in forming pandemic resilient cities – Case study of Covid-19 impacts on European cities within England, Germany and Italy. **Cities**, v. 118, p. 1-11, julho, 2021.

HAMIDI, S.; SABOURI, S.; EWING, R. Does Density Aggravate the COVID-19 Pandemic? Early Findings and Lessons for Planners. **Journal of the American Planning Association**, v. 86, p. 495-509, junho, 2020.

ZHANG, Y.; ZHANG, A.; WANG, J. Exploring the roles of high-speed train, air and coach services in the spread of COVID-19 in China. **Transpor Policy**, v. 94, p. 34-42, agosto, 2020.

JAHANGIRI, M.; JAHANGIRI, M.; NAJAFGHOLIPOUR, M. The sensitivity and specificity analyses of ambient temperature and population size on the transmission rate of the novel coronavirus (COVID-19) in different provinces of Iran. **Science of The Total Environment**, v. 728, p. 1-5, abril, 2020.

## CAPÍTULO 5

### DETERMINAÇÃO DA VAZÃO DE UMA REDE DE DRENAGEM URBANA COMO ESTUDO DE VIABILIDADE DAS TUBULAÇÕES NA CIDADE DE MARINGÁ/PR

#### DETERMINATION OF THE FLOW OF AN URBAN DRAINAGE NETWORK AS A FEASIBILITY STUDY OF PIPES IN THE CITY OF MARINGÁ - PR

**FERREIRA, Felipe Facco Mendes**

Engenheiro de Produção, UEM.

felipecomf@gmail.com

**SOARES, Evandro Bezerra**

Engenheiro de Produção, UEM.

Evandrobezerrasoares77@gmail.com

**DE ANGELIS NETO, Generoso**

Engenheiro Civil, UEM.

ganeto@uem.br

**BARBOSA, Rafael Cassimiro**

Engenheiro Civil, UEM.

Rafaelcb00@gmail.com

**BARBOSA, Priscila Pasti**

Engenheira de Produção, UEM.

ppbarbosa2@uem.br

#### RESUMO

A grande urbanização das cidades brasileiras vem provocando impactos significativos para a população e para o meio ambiente. Tais impactos acabam por prejudicar a qualidade de vida da população por meio do aumento da frequência de inundações, redução da qualidade de água e aumento de materiais sólidos nos corpos receptores. Assim, tendo em vista toda a problemática gerada pelas inundações das ruas em dias de chuvas fortes, nota-se a importância de um bom planejamento urbano para que se consiga ter uma rede de drenagem de águas pluviais com drenagem suficiente. Maringá é uma cidade que se encontra em grande crescimento e, com isso, surgiram alguns impactos da urbanização em sua rede de drenagem de águas pluviais. Neste âmbito, o presente artigo tem por objetivo analisar uma rede de drenagem de águas pluviais de um trecho da Avenida Nildo Ribeiro da Rocha, na cidade de Maringá/PR. Os trechos analisados neste estudo foram divididos em dois pontos. Como modelo de projeto para a captação e demais componentes do sistema de galerias pluviais, adotou-se o modelo sugerido pela Secretaria Municipal de Serviços Públicos da cidade de Maringá. Observaram-se em tal trecho os pontos de alagamentos em dias chuvosos, verificando os pontos da rede que estão sobrecarregados e também quais condutos estão com velocidade de fluxo acima do recomendável. Para tal análise, foram colhidas informações junto à prefeitura do município e também em observações locais, além do uso do *software* SWMM para simulação da rede. Os resultados obtidos das simulações mostraram que os nós analisados, em 90% do tempo, estão alagados. Desta forma, a rede analisada se mostrou insuficiente para a simulação adotada, apontando a necessidade de melhorias e ampliações na mesma. Tendo em vista toda a problemática estudada, o artigo evidenciou a necessidade de um planejamento urbano quanto ao uso e ocupação do solo quando não se tem redes de drenagem de águas pluviais.

**Palavras-chave:** Águas pluviais, SWMM, Simulação de rede.

#### **ABSTRACT**

The great urbanization of Brazilian cities has been causing significant impacts on the population and the environment. Such impacts end up harming the quality of life of the population through the increase in the frequency of floods, reduction of water quality and increase of solid materials in the receiving bodies. Thus, considering all the problems generated by flooding the streets on days of heavy rain, the importance of good urban planning is noted to be able to implement a rainwater drainage network with sufficient drainage. The city of Maringa is a city that is experiencing great growth, and with it some impacts of urbanization on its rainwater drainage network have arisen. In this context, this article aims to analyze a rainwater drainage network of a stretch of Avenida Nildo Ribeiro da Rocha in the city of Maringa/PR. The excerpts analyzed in this study were divided into two points. As a project model for the collection and other components of the storm sewer system, the model suggested by the Municipal Department of Public Services of the city of Maringa was adopted. In this stretch, the flooding points on rainy days were observed, checking the points of the network that are overloaded and which conduits have a flow velocity above the recommended. For this analysis, information from the city hall and local observations were used, in addition to the use of SWMM software for network simulation. The results obtained from the simulations showed that the nodes analyzed in 90% of the time are flooded. In this way, the analyzed network proved to be insufficient for the adopted simulation, pointing out the need for improvements and expansions in it. In view of all the problems studied, the article highlighted the need for urban planning regarding the use and occupation of land when there is no rainwater drainage networks.

**Keywords:** Rainwater, SWMM, Network simulation.

## **1 INTRODUÇÃO**

Entende-se por drenagem a operação que consiste em dar escoamento às águas dos terrenos demasiado úmidos. Consequentemente, entende-se drenagem urbana das águas pluviais como sendo o sistema destinado ao escoamento das águas da chuva no meio urbano. Um dos componentes deste sistema são as galerias pluviais.

Maringá é uma cidade em crescimento e, com isso, possui alguns impactos da urbanização em sua rede de drenagem de águas pluviais. A urbanização junto ao não planejamento de expansão e/ou melhoria das redes existentes causa diversos fatores que implicam em problemas nos sistemas de drenagem existentes.

Um dos problemas mais comuns, nesse caso, é a inundação das bocas de lobo nas ruas, o que pode causar diversos transtornos aos usuários da via e à população local, tais como: acidentes de trânsito, desvalorização imobiliária no local, proliferação de doenças nessas águas escoadas e, principalmente, após o fim da chuva, proliferação do mosquito da dengue nas águas paradas

dentro das bocas de lobo e dos próprios dutos, devido a lixos ou resíduos sólidos que entopem parcialmente ou totalmente os mesmos.

Tendo em vista toda esta problemática gerada pelas inundações nas redes de drenagem urbana, o objetivo geral desta pesquisa é a análise de um trecho da cidade de Maringá que apresenta este problema em dias de chuvas abundantes. Tal trecho se situa na Av. Nildo Ribeiro da Rocha, entre as interseções não semaforizadas com as vias R. Bahia e Av. Carlos Correia Borges.

## **2 REDES DE DRENAGEM URBANA**

O Brasil é um país em desenvolvimento, possuindo, assim, muitas cidades em crescimento. Entre elas está a cidade de Maringá, no Estado do Paraná. Os problemas de inundações nas vias e enchentes são muito comuns nas cidades em crescimento, devido às consequências da urbanização (principalmente, quando ocorre de forma desordenada), surgindo, então, neste contexto, a importância das redes de drenagem das águas pluviais (Porto, 2006).

Tais redes devem ser levadas em conta na elaboração de um planejamento urbano, pois, com o crescimento destes centros, tais redes devem ser suficientes para operar sem maiores problemas ou, em alguns casos, devem ser realizadas ampliações. Assim, as redes de drenagem urbana de águas pluviais devem ser parte integrante de um bom planejamento urbano, que seja capaz de prever o crescimento destes centros, além de ganhar atenção nos Planos Diretores das cidades em crescimento (Tucci, 2005).

O mesmo autor ainda ressalta que, dada a importância das redes de drenagem urbana de águas pluviais, para a construção das mesmas, existe, antes de tudo, um estudo preliminar do local e um projeto. O projeto deve ser feito não só para atender as necessidades momentâneas da cidade ou do trecho, mas, sim, deve atender expectativas futuras. Daí a importância de um bom planejamento urbano, para que, assim, o projetista possa saber que tipo de uso e ocupação do solo estão previstos para aquela área e, conseqüentemente, possa adotar de maneira correta os critérios de dimensionamento desta rede, evitando problemas de ineficiência no futuro.

No entanto, percebe-se que isso não está sendo aplicado, tendo em vista todos os problemas de inundações e enchentes causados por insuficiência ou mau dimensionamento destas redes de drenagem. Este tipo de projeto geralmente apresenta deficiências, muitas vezes, devido à

concepção inadequada dos profissionais de engenharia para o planejamento e controle dos sistemas (Tomasi, 2008).

As inundações causadas pelo sistema de drenagem urbana de águas pluviais, de maneira geral, ocorrem em chuvas intensas e/ou longas. Um dos principais fatores que contribuem para que ocorram tais inundações são os impactos gerados pela urbanização, devido ao fato de que a mesma ocorre muitas vezes de forma desordenada, alterando a cobertura vegetal, provocando, assim, uma alteração no ciclo hidrológico natural (Silva e Guetter, 2003).

Com a impermeabilização do solo por meio da construção de telhados, ruas e calçadas, a água que antes infiltrava nos terrenos e lotes sem construções passa a escoar pelos condutos de drenagem, junto ao volume de água que já escoava, fazendo com que ocorra um grande aumento do escoamento superficial, exigindo, assim, maior capacidade de escoamento destas seções (Porto, 2006).

Além disso, com a urbanização há o aumento da produção de lixos pela população, que muitas vezes são despejados de maneira incorreta. Também é importante levar em conta que a maioria das cidades não oferece um sistema de coleta de lixo eficiente, fazendo com que a água escoada nas ruas arraste consigo os lixos ali despejados, causando entupimentos nos dutos, reduzindo ainda mais a capacidade de transporte dos mesmos, e contaminando a água pluvial escoada. Outro fator muito comum causador de inundações é a má execução do projeto de rede de drenagem das águas pluviais, a qual normalmente implica em tubulações com declividades constantes (Tucci, 2005).

Os principais problemas causados pelas inundações nas vias em dias de chuva abundante são: acidentes de trânsito (perdas materiais e humanas), interrupção da atividade econômica e desvalorização imobiliária do local, transtornos para a população ali residente, proliferação de doenças nessas águas escoadas devido ao lixo por elas transportado e, principalmente, após o fim da chuva, proliferação do mosquito da dengue nas águas paradas dentro das bocas de lobo e dos próprios dutos parcialmente ou totalmente entupidos pelo lixo transportado (Tomasi, 2008).

### **3 MATERIAIS E MÉTODOS**

Para atingir o objetivo da pesquisa, primeiramente foi realizada a escolha de um trecho da Avenida Nildo Ribeiro da Rocha, na cidade de Maringá/PR. Posteriormente, foi necessária a obtenção junto à prefeitura do município de um arquivo digital do projeto de galerias pluviais da cidade, onde foi possível identificar o trecho em estudo e obter dados como diâmetro e

comprimento dos tubos, e também da posição das bocas de lobo e dos poços de visita. Além de terem sido feitas algumas visitas ao trecho para verificar a veracidade das posições das bocas de lobo, onde foi notado algumas bocas de lobo no trecho que não estavam indicadas no projeto.

Já com os dados coletados, partiu-se para o uso de outro *software*, o Google Earth Pro 7.1.8.8, no qual foi identificado o trecho em estudo. Com o trecho identificado, o arquivo do projeto de galerias e com a verificação da topografia do terreno por meio do *software* citado anteriormente, identificaram-se também algumas redes fora do trecho que acabavam se interligando à rede principal antes de lançar a água para o exutório (neste caso, o córrego Cleópatra). Desta forma, o trecho e os pontos críticos da rede a serem analisados neste trabalho se encontram na cor vermelha, como demonstrado na Figura 1.



**Fig. 1 Trecho a ser analisado após a separação das redes em função das áreas de contribuição e pontos focais da pesquisa, no qual ocorreram inundações**

Fonte: Google Earth Pro 7.1.8.8

A seguir, na Figura 2, as fotos do trecho e de alguns dos pontos citados anteriormente.

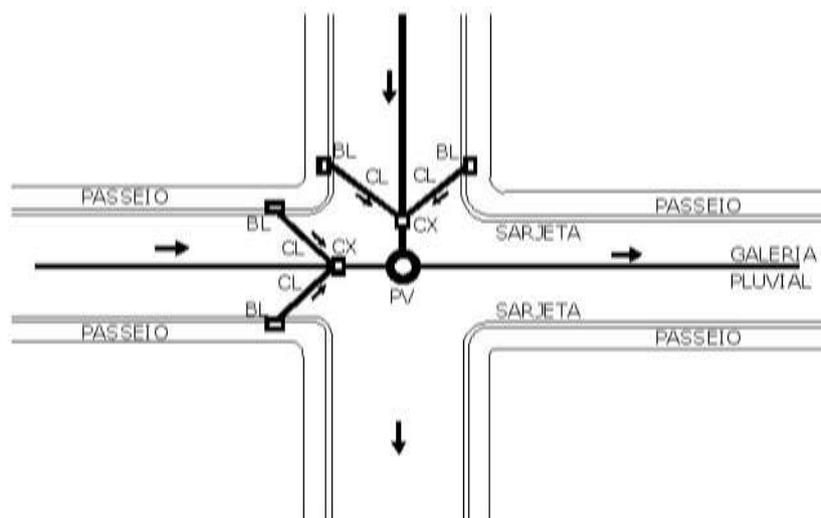


**Fig. 2 À esquerda, foto do Ponto 1 de alagamento; e à direita, foto da boca de lobo no dia da visita de campo**

Com toda a problemática em mãos, pontos críticos e projeto das galerias de águas pluviais do trecho, deu-se início à simulação das redes no trecho demarcado no programa SWMM, para

verificar se o problema de inundação existe devido a erro no projeto ou se tal ocorre devido a problemas práticos, como execução da obra, falta de manutenção, entre outros.

Como modelo de projeto para captação e demais componentes do sistema de galerias pluviais, adotou-se o modelo sugerido pela Secretaria Municipal de Serviços Públicos da cidade de Maringá, conforme mostra a Figura 3, onde “BL” são as bocas de lobo; “CX”, as caixas de ligação; “PV”, os poços de visita; e “CL”, os condutos de ligação.



**Fig. 3 Modelo sugerido pela Secretaria Municipal de Serviços Públicos de Maringá para uma galeria de águas pluviais em um cruzamento de vias**

Fonte: Tomasi, 2008

As cotas geométricas das bocas de lobo, caixas de ligação e poços de visita foram obtidas por meio do *software* Google Earth Pro 7.1.8.8, com o projeto das redes de águas pluviais em mãos para identificação da posição dos componentes de tal. Em trechos planos, adotou-se a inclinação de 2,00%, valor este utilizado pela Prefeitura do Município de Maringá, atendendo às exigências da SAOP local, a qual exige uma inclinação maior que 1,00% (Tomasi, 2008).

Em trechos não planos, a inclinação adotada é a mesma da via, pois é desta maneira que são executadas as tubulações de acordo com a prefeitura local, devido ao fato de que tal método construtivo evita grandes cortes de terra e torna mais fácil a execução, sempre obedecendo ao cobrimento mínimo de 1,00 m de terra sobre o tubo, valor este que atende às exigências da SAOP local, a qual exige um cobrimento mínimo de 0,90 m (Tomasi, 2008).

O coeficiente “n” de Manning adotado na rede foi de 0,015, devido à galeria ser constituída de tubos de concreto e já ter sido implantada há pelo menos 10 anos, tornando sua superfície regular, como sugere a Tabela 1.

**Tabela 1 - Valores de “n” em função das condições das paredes**

Natureza das paredes	Condições			
	Muito boas	Boas	Regulares	Más
Condutos de barro, de drenagem	0,011	0,012	0,014	0,017
Tubos de ferro galvanizado	0,013	0,014	0,015	0,017
Tubos de bronze ou de vidro	0,009	0,010	0,011	0,013
<b>Tubos de concreto</b>	0,012	0,013	<b>0,015</b>	0,016
Superfícies de cimento alisado	0,010	0,011	0,012	0,013
Condutos e aduelas de madeira	0,010	0,011	0,012	0,013

Fonte: Tomasi, 2008

O modelo hidrológico de cálculo da vazão em função da área das sub-bacias utilizado pelo programa SWMM é o método Racional. A aplicação deste método é recomendável para áreas menores que 2,00 km<sup>2</sup>, o que permite simular a rede do trecho em estudo, pois a área desta é menor que o valor máximo citado anteriormente. A Equação (1) foi utilizada para o cálculo das vazões neste método.

$$Q = 0,1667 \times C \times i \times A \quad (1)$$

Onde:

Q: Vazão (m<sup>3</sup>/s);

C: Coeficiente de escoamento superficial (Runoff);

i: Intensidade de precipitação (mm/min.);

A: Área de drenagem (ha);

O coeficiente de Runoff esperado na simulação é em torno de 0,95, valor este de acordo com a Tabela 2, pois na área em estudo é de edificação muito densa, na qual o revestimento predominante de cobertura é de construções. A porcentagem de solo impermeável nas sub-bacias adotada foi de 90%, em razão de a prefeitura exigir para os lotes daquela área uma área mínima permeável de 10% do terreno.

**Tabela 2 - Coeficiente de Runoff de acordo com o revestimento da superfície**

Natureza da superfície	C
<b>Cobertura das construções</b>	<b>0,70 a 0,95</b>
Pavimentação de concreto	0,80 a 0,95
Pavimentação asfáltica em bom estado	0,85 a 0,90
Pavimentação asfáltica má conservada	0,70 a 0,85
Pavimentação a paralelepípedos com juntas argamassadas	0,75 a 0,85
Pavimentação a paralelepípedos sem rejuntamento	0,50 a 0,70

Fonte: Tomasi, 2008

Para cálculo das áreas das sub-bacias foi utilizado um outro arquivo obtido na prefeitura, que é o zoneamento junto à divisão dos lotes (terrenos) da cidade de Maringá, obtendo, assim, a área dos terrenos presentes nas áreas de contribuições na unidade de hectares (ha).

O período ou tempo de retorno da chuva adotado foi de 5 anos, valor este sugerido pela CETESB (Companhia Ambiental do Estado de São Paulo) para microdrenagem. Para o Município de Maringá, onde situa-se o trecho em estudo, a intensidade da chuva em função do tempo de retorno é dada pela Equação (2) (Tomasi, 2008).

$$i = \frac{2085 \times T^{0,213}}{(t+10)^{1,09}} \quad (2)$$

Onde:

i = Intensidade da chuva (mm/h);

T = Tempo de retorno (anos);

t = Duração da chuva (minutos);

Analisando uma chuva com o tempo de retorno adotado (5 anos) e duração de cinco minutos, o que representaria uma chuva de alta intensidade, obtém-se uma precipitação de aproximadamente 155,5 mm/h.

Porém, tendo em vista a situação global atualmente, no que se refere à temperatura, nota-se um aumento significativo desta nas últimas décadas, devido ao aquecimento global. Este aumento de temperatura causou uma alteração significativa no ciclo hidrológico no Estado do Paraná, fazendo com que as chuvas, que antes eram previstas para um certo tempo de retorno, ocorram muito mais frequentemente do que fora estimado.

Levando em consideração os fatos citados, foi feita a simulação de duas chuvas distintas, ou seja, foram simulados dois cenários distintos, ambos com base na precipitação estimada para o tempo de retorno de cinco anos e duração de cinco minutos, para o Município de Maringá (já estimado anteriormente, com o valor de 155,5 mm/h). Para o Cenário 1, foi adotado este valor anteriormente citado e, para o Cenário 2, foi acrescida ao valor da precipitação uma taxa de 25%, para levarmos em conta o efeito do aquecimento global.

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os cenários simulados são descritos na Tabela 3, obtidos por meio da avaliação no *software* SWMM.

**Tabela 3 - Precipitação das chuvas de acordo com o Cenário**

Cenário	Precipitação (mm)	Duração (min.)
1	155,5	60
2	194,4	60

Portanto, para o Cenário 1, tem-se uma precipitação de 155,5 mm/h, e para o Cenário 2, uma precipitação de 194,4 mm/h.

#### 4.1 Precipitação total x Precipitação escoada nos Cenário 1

A precipitação do Cenário 1 consiste em 155,5 mm em uma hora, a qual foi transformada em uma série temporal, de intervalos de precipitação de cinco minutos.

Após a simulação da rede no *software* SWMM, utilizando a série temporal do Cenário 1, obteve-se que a precipitação total foi de 155,50 mm, como esperado, já que este é o valor da precipitação adotada. Já a precipitação escoada foi de 152,61 mm, uma vez que quase toda a água precipitada é escoada e colhida pela rede, tendo uma perda por infiltração de apenas 3,13 mm.

#### 4.2 Nós dos pontos de alagamento 01 e 02 no Cenário 1

A Tabela 4 descreve os principais resultados obtidos na simulação no *software* SWMM para o Cenário 1 nos nós constituintes dos pontos de alagamento 01 e 02.

**Tabela 4 - Resultados obtidos para os nós constituintes dos pontos de alagamento 01 e 02 para o Cenário 1**

Ponto de alagamento 01				
Nó	Sobrecarga	Inundação	Instante de máxima ocorrência (H:M)	Volume total inundado (*10 <sup>6</sup> L)
N138 (BL)	Não	Não	-	-
N139 (BL)	Sim (3%)	Sim (3%)	0:50	0,001
N140 (BL)	Não	Não	-	-
N141 (BL)	Não	Não	-	-
N182 (CX)	Sim (90%)	Sim (90%)	0:50	1,242
N142 (BL)	Não	Não	-	-
N143 (BL)	Não	Não	-	-
N144 (BL)	Não	Não	-	-
N145 (BL)	Não	Não	-	-
N183 (CX)	Sim (85%)	Sim (47%)	0:50	0,242
Ponto de alagamento 02				
N170 (BL)	Não	Não	-	-

<b>N171 (BL)</b>	Não	Não	-	-
<b>N172 (BL)</b>	Não	Não	-	-
<b>N173 (BL)</b>	Não	Não	-	-
<b>N191 (CX)</b>	Sim (95%)	Sim (95%)	0:50	1,537
<b>N174 (BL)</b>	Não	Não	-	-
<b>N175 (BL)</b>	Não	Não	-	-
<b>N176 (BL)</b>	Não	Não	-	-
<b>N177 (BL)</b>	Não	Não	-	-
<b>N192 (CX)</b>	Sim (97%)	Sim (97%)	0:50	1,385

Tanto no ponto de alagamento 01 como no 02, a chuva inicia-se no tempo 0:15, com uma hora de duração, encerrando-se no tempo 1:15. Analisando a Tabela 4, percebe-se que o instante 0:50 é o mais crítico do período chuvoso no que se refere à inundação dos nós. Neste instante, os nós N182 e N183 apresentam vazão máxima de inundação no ponto 01 e os nós N191 e N192 apresentam vazão máxima de inundação no ponto 02. Além disso, alguns destes nós estão causando as inundações mais de 90% do tempo de duração da chuva.

#### 4.3 Condutos dos pontos de alagamento 01 e 02 no Cenário 1

Estão descritos na Tabela 5 os principais resultados obtidos na simulação no *software* SWMM para o Cenário 1, nos condutos constituintes dos pontos de alagamento 01 e 02.

**Tabela 5 - Resultados obtidos para os condutos constituintes dos pontos de alagamento 01 e 02 para o Cenário 1**

Ponto de alagamento 01					
Conduto	Fluxo máximo (L/s)	Instante de máxima ocorrência (H:M)	Velocidade máxima (m/s)	Horas de fluxo acima do normal	Horas com a capacidade limitada
<b>T177</b>	264,71	0:50	2,31	2%	2%
<b>T178</b>	144,03	0:50	2,09	-	-
<b>T179</b>	132,48	0:50	2,05	-	-
<b>T180</b>	209,75	00:50	2,26	-	-
<b>T181</b>	356,28	00:25	3,38	88%	88%
<b>T182</b>	132,96	00:50	2,05	-	-
<b>T183</b>	132,48	00:50	2,05	-	-
<b>T184</b>	132,96	00:50	2,05	-	-
<b>T185</b>	132,48	00:50	2,05	-	-
Ponto de alagamento 02					
<b>T218</b>	210,51	00:50	2,27	-	-
<b>T219</b>	165,61	00:50	2,16	-	-
<b>T220</b>	243,73	00:50	2,31	-	-
<b>T221</b>	198,74	00:50	2,24	-	-
<b>T222</b>	472,01	01:20	4,46	93%	93%
<b>T223</b>	166,19	00:50	2,16	-	-
<b>T224</b>	154,57	00:50	2,12	-	-
<b>T225</b>	243,73	00:50	2,31	-	-

<b>T226</b>	198,74	00:50	2,24	-	-
<b>T227</b>	367,92	01:21	3,52	97%	95%

O conduto T181 do ponto 01 trabalha com a capacidade limitada 88% do tempo da chuva, o que justifica o alagamento nas bocas de lobo a montante e a jusante do mesmo. Os condutos com maior instabilidade de fluxos, no Cenário 1, foram os de números T181, T222 e T227.

#### 4.4 Perfil longitudinal dos pontos de alagamento 01 e 02 no Cenário 1

O ponto de alagamento 01 possui como bocas de lobo os nós N138 ao N145, além das caixas de ligação N182 e N183. As inundações destes nós implicam na inundação pelas bocas de lobo ligadas a eles. Abaixo, a Figura 5 mostra um perfil longitudinal do trecho sob o ponto de alagamento 01, no instante de tempo 0:50, hora em que os mesmos apresentam maior inundação. O perfil partir  do nó a montante e irá até o nó a jusante do ponto de alagamento, para melhorar a ilustração. Conforme ilustra a Figura 5, é clara a inundação sobre os nós N182 e N183 no instante de tempo 0:50, conseqüentemente, as bocas de lobo ligadas a estes nós inundar o a avenida.

Já o ponto de alagamento 02 possui como bocas de lobo os nós N170 ao N177, além das caixas de ligação N191 e N192. As inundações destes nós implicam na inundação pelas bocas de lobo ligadas a eles. A Figura 5 mostra um perfil longitudinal do trecho sob o ponto de alagamento 02, no instante de tempo 0:50, hora em que os mesmos apresentam maior inundação. O perfil partir  do nó a montante e irá até o nó a jusante do ponto de alagamento, para melhorar a ilustração. Conforme ilustrado na Figura 5, é evidente a inundação sobre os nós N191 e N192, ocasionando, assim, a inundação pelas bocas de lobo ligadas a estes.



**Fig. 5 Perfil longitudinal sob os pontos de alagamento 01 e 02 para o Cenário 1**

Fonte: SWMM

#### 4.5 Precipitação total x Precipitação escoada nos Cenário 2

A precipitação total foi de 194,40 mm, como esperado, já que este é o valor da precipitação adotada. A precipitação escoada foi de 191,49 mm, concluindo-se que quase toda a água precipitada é escoada e colhida pela rede, tendo uma perda por infiltração de apenas 3,19 mm.

#### 4.6 Nós dos pontos de alagamento 01 e 02 no Cenário 2

No ponto de alagamento 01 nota-se a inclusão dos nós N171, N172 e N176 entre os nós sobrecarregados e que apresentam inundação, quando comparado aos resultados obtidos para o Cenário 1. Além disso, comparando com o Cenário 1, nota-se um aumento significativo no volume total inundado do nó N182.

**Tabela 6 - Resultados obtidos para os nós constituintes dos pontos de alagamento 01 e 02 para o Cenário 2**

<b>Ponto de alagamento 01</b>				
<b>Nó</b>	<b>Sobrecarga</b>	<b>Inundação</b>	<b>Instante de máxima ocorrência (H:M)</b>	<b>Volume total inundado (*10<sup>6</sup> L)</b>
<b>N138 (BL)</b>	Sim (3%)	Sim (3%)	0:50	0,000
<b>N139 (BL)</b>	Sim (12%)	Sim (12%)	0:50	0,014
<b>N140 (BL)</b>	Não	Não	-	-
<b>N141 (BL)</b>	Não	Não	-	-
<b>N182 (CX)</b>	Sim (93%)	Sim (93%)	0:50	1,540
<b>N142 (BL)</b>	Não	Não	-	-
<b>N143 (BL)</b>	Não	Não	-	-
<b>N144 (BL)</b>	Não	Não	-	-
<b>N145 (BL)</b>	Não	Não	-	-
<b>N183 (CX)</b>	Sim (90%)	Sim (52%)	0:50	0,375
<b>Ponto de alagamento 02</b>				
<b>N170 (BL)</b>	Não	Não	-	-
<b>N171 (BL)</b>	Sim (8%)	Sim (8%)	0:50	0,006
<b>N172 (BL)</b>	Sim (3%)	Sim (3%)	0:50	0,000
<b>N173 (BL)</b>	Não	Não	-	-
<b>N191 (CX)</b>	Sim (97%)	Sim (97%)	0:50	1,827
<b>N174 (BL)</b>	Não	Não	-	-
<b>N175 (BL)</b>	Não	Não	-	-
<b>N176 (BL)</b>	Sim (8%)	Sim (8%)	0:50	0,006
<b>N177 (BL)</b>	Não	Não	-	-
<b>N192 (CX)</b>	Sim (98%)	Sim (98%)	0:50	1,658

Nota-se também um aumento significativo no volume total inundado dos nós N191 e N1992, além da inclusão entre os nós sob sobrecarga do nó N138, quando comparados aos resultados obtidos para o Cenário 1.

#### 4.7 Conduitos dos pontos de alagamento 01 e 02 no Cenário 2

No ponto de alagamento 01 nota-se, entre os conduitos com horas de fluxo acima do normal, a inclusão do conduto T180, além de um aumento de horas com a capacidade limitada de 10% do conduto T177, quando comparado ao resultado obtido para o Cenário 1.

**Tabela 7 - Resultados obtidos para os conduitos constituintes dos pontos de alagamento 01 e 02 para o Cenário 2**

<b>Ponto de alagamento 01</b>					
<b>Conduitos</b>	<b>Fluxo máximo (L/s)</b>	<b>Instante de máxima ocorrência (H:M)</b>	<b>Velocidade máxima (m/s)</b>	<b>Horas de fluxo acima do normal</b>	<b>Horas com a capacidade limitada</b>
<b>T177</b>	266,61	00:47	2,32	12%	12%
<b>T178</b>	176,49	00:50	2,19	-	-
<b>T179</b>	162,40	00:50	2,15	-	-
<b>T180</b>	255,28	00:50	2,33	2%	2%
<b>T181</b>	342,31	00:25	3,42	90%	92%
<b>T182</b>	162,94	00:50	2,15	-	-
<b>T183</b>	162,40	00:50	2,15	-	-
<b>T184</b>	162,94	00:50	2,15	-	-
<b>T185</b>	162,40	00:50	2,15	-	-
<b>Ponto de alagamento 02</b>					
<b>T218</b>	256,14	00:50	2,31	2%	2%
<b>T219</b>	203,00	00:50	2,25	-	-
<b>T220</b>	262,19	00:48	2,31	8%	7%
<b>T221</b>	243,49	00:50	2,31	-	-
<b>T222</b>	484,96	01:20	4,54	95%	95%
<b>T223</b>	203,67	00:50	2,25	-	-
<b>T224</b>	189,48	00:50	2,22	-	-
<b>T225</b>	262,19	00:48	2,31	8%	7%
<b>T226</b>	243,49	00:50	2,31	-	-
<b>T227</b>	361,15	00:24	3,58	97%	97%

No ponto de alagamento 02 ocorre a inclusão dos condutos T218, T220 e T225 entre os que trabalham com a capacidade limitada em algum intervalo de tempo, quando comparados aos resultados obtidos para o Cenário 1.

#### 4.8 Perfil longitudinal dos pontos de alagamento 01 e 02 no Cenário 2



**Fig. 6 Perfil longitudinal sob os pontos de alagamento 01 e 02 para o Cenário 2**

Fonte: SWMM

Depois de simulado o trecho para os dois cenários adotados, notou-se que o Cenário 2 foi o que apresentou resultados mais críticos e notórios, com maiores volumes inundados, tempo de inundação, velocidade de fluxo nos condutos e tempo de operação dos condutos com sua capacidade limitada. Fatos que não ocorreram por acaso, já que o Cenário 2 é o que apresenta a maior precipitação (194,40 mm/h).

No ponto de alagamento houve uma inundação volumosa na caixa de ligação N182 e outra menor na caixa de ligação N183, além de uma inundação pequena nas bocas de lobo N138 e N139. Isso coincide com o registrado no dia da visita ao campo, já que, quando há a inundação da caixa de ligação, ocorre o alagamento pelas bocas de lobo mais próximas da mesma e pelo volume inundado na caixa de ligação N182. Essa água transbordada tenta entrar novamente na rede pelas bocas de lobo seguintes, as quais estão ligadas na caixa de ligação N183, fazendo com que tais bocas de lobo fiquem cheias e transbordem ainda mais, resultando nos fatos registrados de alagamento para aquele ponto.

No que se refere à velocidade de fluxo, os condutos constituintes do ponto de alagamento 01 não apresentaram resultados críticos, estando dentro do limite recomendável para tubos de concreto (6,0 m/s). Porém o conduto T181, ligado às caixas de ligação do ponto analisado, trabalha com a capacidade de fluxo limitada em 92% do período chuvoso, justificando o alagamento destas caixas de ligação.

No ponto de alagamento 02 algumas bocas de lobo (N171, N172 e N176) apresentam um volume inundado pequeno, porém isto, sem considerar o volume inundado nas caixas de ligação do trecho (N191 e N192), onde estas apresentam um volume inundado significativo, transbordando, então, por tais bocas de lobo, volumes de água muito significativos. Em nenhum conduto constituinte deste ponto de alagamento sua velocidade de fluxo ultrapassa a velocidade máxima recomendável, porém os condutos que ligam as caixas de ligação (T222 e T227) trabalham com suas capacidades limitadas 95% e 97% do período chuvoso, respectivamente.

De modo geral, notaram-se no trecho outros condutos fora dos pontos de análise que apresentam problemas como tempo operando com a capacidade limitada, entre outros, além de terem sido notadas também outras caixas de ligação e/ou bocas de lobo que apresentaram um volume inundado e/ou tempo sobrecarregadas. Porém, os pontos críticos identificados tanto pela simulação, quanto pela visita ao campo, coincidem com os pontos de alagamento analisados, sendo estes os pontos mais críticos do sistema.

Outro ponto notório da simulação foi o coeficiente de Runoff calculado para ambos os trechos, ficando sempre em torno de 0,98, valor este que é muito alto, porém justificável devido à impermeabilização adotada das sub-bacias de 90% (já que a prefeitura exige 10% de área permeável por lote).

A rede analisada mostrou-se insuficiente para a simulação adotada, sendo, então, necessárias melhorias e ampliações na mesma, não apenas nos diâmetros das tubulações, mas também no projeto em questão, como previsão da ocupação do solo. As tubulações acompanham a declividade das vias, para facilitar a execução da rede, porém, como as vias mudam sua declividade constantemente, fator este indesejado para tubulações, estas mudanças de declividades podem contribuir para os alagamentos devido aos ressaltos hidráulicos e, conseqüentemente, escoamentos forçados causados por elas.

As ampliações das redes, como dito anteriormente, vão além da mudança de diâmetro das tubulações, devido ao fato de que este tipo de mudança iria de acordo somente com o conceito higienista, cuja principal crítica se dá na não solução do problema no local e apenas o transporte de tal problema a jusante. Levando-se em conta esta crítica, tornam-se necessárias mudanças alternativas para a rede, seguindo o conceito ambiental, onde, para diminuir a velocidade de fluxo das tubulações, além de aumentar os diâmetros destas, podem-se implantar bacias de retenção como dissipadores de energia em pontos estratégicos, para que em horários de pico estas bacias amortecem o escoamento.

## 5 CONCLUSÃO

Com a implantação das obras citadas anteriormente, juntamente com a ampliação dos diâmetros da rede, é possível executar uma galeria de águas pluviais capaz de suportar esta chuva pesada simulada, trabalhando dentro dos limites recomendados, com bom desempenho, e o principal, sem danificar o meio ambiente. Além disso, tendo em vista toda a problemática estudada, fica mais evidente a necessidade de um bom planejamento urbano quanto a uso e ocupação do solo em áreas que não possuem redes de drenagem de águas pluviais, para evitar os problemas comentados neste trabalho e, conseqüentemente, evitar custos indesejáveis para ampliação e melhoria das redes de galerias pluviais.

Por fim, fica como sugestão para futuros trabalhos que terão este como base o dimensionamento das soluções aqui propostas, assim como a simulação desta nova rede para comprovação da sua eficiência, propondo, desta maneira, uma rede de galerias pluviais que atenda às necessidades humanas sem comprometer o meio ambiente.

## 6 REFERÊNCIAS

PORTO, R. M. (2006) **Hidráulica básica**, EESC – USP, São Carlos.

SILVA, M. E. S. e Guetter, A. K. (2003) Mudanças climáticas regionais observadas no estado do Paraná, **Terra livre**, 1(20), 111-126.

TOMASI, E. G. (2008) **Coleta e transporte de esgoto sanitário e microdrenagem urbana**, UEM - Universidade Estadual de Maringá, Maringá.

TUCCI, C. E. M. (2005) **Gestão de inundações urbana**, Unesco, Rio Grande do Sul.

## **SOBRE OS AUTORES**

### **Felipe Facco Mendes Ferreira**

Graduado em Engenharia de Produção pela Universidade Estadual de Maringá – UEM, com especialização em MBA em Gerenciamento da Produção Industrial e mestrando em Engenharia Urbana na Universidade Estadual de Maringá – UEM. Foi fundador e diretor de Recursos Humanos na Produotec Consultoria Junior, empresa júnior de Engenharia de Produção. Atuou como Diretor de Tecnologia na Project Company, atuando em frentes como o Scientific Team, Project X e Project Robot, com o desenvolvimento de novos produtos, tecnologias, conteúdos e eventos de inovação e ciência. Tem experiência na área de Engenharia de Produção, com ênfase em Engenharia da Qualidade, Planejamento Programação e Controle da Produção (PPCP), Engenharia da Sustentabilidade principalmente em Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) e uso do software SIMAPRO, Engenharia de Processos e Gestão de Projetos, Robótica e Indústria 4.0. Atualmente é professor conteudista do SENAI/SC.

### **Evandro Bezerra Soares**

Formado em Engenharia de Produção pela Universidade de Maringá - UEM, com especialização em MBA em Gerenciamento da Produção Industrial e mestrando em Engenharia Urbana na Universidade Estadual de Maringá – UEM. Atuou como membro fundador e diretor de projetos da PRODUTEC CONSULTORIA JÚNIOR - Empresa Júnior de Engenharia de Produção. Trabalhou na empresa IspShop nas áreas de Gestão de Estoque e Qualidade de Produtos para obtenção e manutenção da certificação ISO 9001. Atualmente é professor conteudista do SENAI/SC, desenvolvendo conteúdo para aprimorar o conhecimento de futuros profissionais.

### **Rafael Cassimiro Barbosa**

Possui graduação em Engenharia Civil pela Universidade Estadual de Maringá (2013), especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho também Universidade Estadual de Maringá (2016) e Mestrado em Engenharia Civil na área de Infraestrutura e Geotecnia pela Universidade Federal de Santa Catarina (2021). Possui experiência na construção civil na área de execução de obras verticais de múltiplos pavimentos, elaboração de projetos hidrossanitários, PSCIP (Plano de Segurança Contra Incêndio e Pânico) e orçamentos de obras públicas e privadas. Atuou como professor colaborador da Universidade Paranaense (UNIPAR), Centro Universitário Ingá (UNINGÁ) e Faculdade de Engenharia e Inovação Técnico Profissional (FEITEP) dos cursos de Engenharia Civil e Arquitetura e Urbanismo.

### **Priscila Pasti Barbosa**

Engenheira de Produção pela Universidade Estadual de Maringá - UEM (2008), Especialista em Negócios do Vestuário pela Faculdade de Tecnologia do SENAI/SC de Blumenau (2011) e Mestre em Engenharia Urbana pela Universidade Estadual de Maringá - UEM (2012). Professora Assistente do curso de Engenharia de Produção da Universidade Estadual de Maringá desde 2013. Atua na área de Engenharia de Produção, principalmente com os

seguintes temas: Sustentabilidade, Avaliação de Ciclo de Vida (ACV), Processos Produtivos, Gestão de Projeto, Gestão por Processos e Gestão da Qualidade.

### **Generoso De Angelis Neto**

Possui graduação em Engenharia Civil pela Universidade Estadual de Maringá (1988), mestrado em Geotecnia pela Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo (1994), doutorado em Engenharia de Construção Civil e Urbana pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (1999) e pós-doutorado em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental pela Universidade Federal do Paraná (2015). Atualmente é Professor Titular em Construção Civil - Gestão de Resíduos da Construção Civil do Departamento de Engenharia Civil da Universidade Estadual de Maringá, Membro do Conselho Editorial dos periódicos Journal of Urban and Environmental Engineering e Acta Scientiarum. Atua na área de Engenharia Urbana, principalmente com os seguintes temas: planejamento ambiental de áreas urbanas, gestão de resíduos sólidos e recuperação de áreas urbanas degradadas.

### **José Luiz Miotto**

Possui graduação em Engenharia Civil pela Universidade Estadual de Londrina, mestrado e doutorado em Engenharia Civil (Engenharia de Estruturas) pela Universidade de São Paulo. Atualmente é professor associado na Universidade Estadual de Maringá - UEM. Foi Coordenador do Colegiado do curso de Engenharia Civil da UEM. Coordenador Adjunto do colegiado do Curso de Engenharia Civil da UEM no período de 01/10/2020 a 30/09/2022. Tem experiência na área de engenharia civil, com ênfase em estruturas de madeiras, atuando principalmente nos seguintes temas: projeto de estruturas de madeira e de concreto armado, planejamento de obras da construção civil e sustentabilidade das edificações. Premiado com o Husband Prize pela publicação de artigo científico no journal The Structural Engineer, concedido pela The Institution of Structural Engineers, Londres, em 2010. Autor do livro "SUSTENTABILIDADE NAS EDIFICAÇÕES: Um guia de boas práticas para o projeto, produção e uso dos edifícios ecoeficientes", publicado em 2021.