

ENGENHARIA: A MÁQUINA QUE CONSTRÓI O FUTURO

VOLUME XVIII



EDITORA CONHECIMENTO LIVRE

Frederico Celestino Barbosa

Engenharia: a máquina que constrói o futuro

18ª ed.

Piracanjuba-GO
Editora Conhecimento Livre
Piracanjuba-GO

18ª ed.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Barbosa, Frederico Celestino
B238E Engenharia: a máquina que constrói o futuro

/ Frederico Celestino Barbosa. – Piracanjuba-GO

Editora Conhecimento Livre, 2025

162 f.: il

DOI: 10.37423/2025.edcl1131

ISBN: 978-65-5367-667-1

Modo de acesso: World Wide Web

Incluir Bibliografia

1. desenvolvimento 2. projeto 3. construção I. Barbosa, Frederico Celestino II. Título

CDU: 620

<https://doi.org/10.37423/2025.edcl1131>

O conteúdo dos artigos e sua correção ortográfica são de responsabilidade exclusiva dos seus respectivos autores.

EDITORIA CONHECIMENTO LIVRE

Corpo Editorial

MSc Edson Ribeiro de Britto de Almeida Junior

MSc Humberto Costa

MSc Thays Merçon

MSc Adalberto Zorzo

MSc Taiane Aparecida Ribeiro Nepomoceno

PHD Willian Douglas Guilherme

MSc Andrea Carla Agnes e Silva Pinto

Dr. Walmir Fernandes Pereira

MSc Edisio Alves de Aguiar Junior

MSc Rodrigo Sanchotene Silva

MSc Adriano Pereira da Silva

MSc Frederico Celestino Barbosa

MSc Guilherme Fernando Ribeiro

MSc. Plínio Ferreira Pires

MSc Fabricio Vieira Cavalcante

PHD Marcus Fernando da Silva Praxedes

MSc Simone Buchignani Maigret

Dr. Adilson Tadeu Basquerote

Dra. Thays Zigante Furlan

MSc Camila Concato

PHD Miguel Adriano Inácio

Dra. Anelisa Mota Gregoleti

PHD Jesus Rodrigues Lemos

MSc Gabriela Cristina Borborema Bozzo

MSc Karine Moreira Gomes Sales

Dr. Saulo Cerqueira de Aguiar Soares

MSc Pedro Panhoca da Silva

MSc Helton Rangel Coutinho Junior

MSc Carlos Augusto Zilli

MSc Euvaldo de Sousa Costa Junior

Dra. Suely Lopes de Azevedo

Dr. Francisco Odecio Sales

MSc Ezequiel Martins Ferreira

MSc Eliane Avelina de Azevedo Sampaio

MSc Carlos Eduardo De Oliveira Gontijo

Dr. Rodrigo Couto Santos

Dra. Milena Gaion Malosso

PHD Marcos Pereira Dos Santos

CAPÍTULO 1	5
INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NO APOIO AO DIAGNÓSTICO DA DOENÇA DE PARKINSON: UMA REVISÃO DE ABORDAGENS BASEADAS EM DADOS MULTIMODAIS	
Ivina Lorena Oliveira Moura	
Antonio Alisson Pessoa Guimarães	
DOI 10.37423/250610067	
CAPÍTULO 2	44
MODELAGEM FÍSICO-MATEMÁTICA TERRITORIAL E AMBIENTAL DO CASO DE PINHEIRINHO E SEUS DIREITOS REAIS	
Diego Kellermann Hurtado	
Alfeu de Arruda Souza	
DOI 10.37423/250610072	
CAPÍTULO 3	62
MODELAGEM FÍSICO-MATEMÁTICA NO DESENVOLVIMENTO DA GESTÃO AMBIENTAL URBANA APLICADA NO ESTATUTO DAS CIDADES	
Diego Kellermann Hurtado	
Alfeu de Arruda Souza	
DOI 10.37423/250610083	
CAPÍTULO 4	82
O PAPEL DO PROJETISTA DE ARQUITETURA NO ATENDIMENTO À NORMA DE DESEMPENHO – NBR 15575	
Jucélia Kuchla Vieira	
Humberto Ramos Roman	
Edinei da Rocha Landin Junior	
Giovanna de Souza Miotti	
Milena Gomes de Carvalho	
Yasmin Louise Cruz do Amaral	
DOI 10.37423/250610114	
CAPÍTULO 5	104
PROCESSO DE ELETROCOAGULAÇÃO+BIOCARVÃO NA DEGRADAÇÃO DE AZOCORANTE REATIVO TÊXTIL	
Luciano André Deitos Koslowski	
Alexandre Tadeu Paulino	
DOI 10.37423/250610128	

CAPÍTULO 6 117

ANÁLISE DOS PROJETOS ARQUITETÔNICOS DAS MORADIAS ESTUDANTIS DA
UNIVERSIDADE ESTADUAL DO PARANÁ: PARANAVAÍ E CAMPO MOURÃO

Fábio Eduardo Almeida Saldanha Muniz

Leticia Col Debellla Santos

DOI 10.37423/250610140

CAPÍTULO 7 140

DESAFIOS E OPORTUNIDADES NA IMPLEMENTAÇÃO DA LEI 14.133/21: MODERNIZAÇÃO
DAS LICITAÇÕES E CONTRATOS PÚBLICOS

Everton Emanuel de Matos

Leticia Col Debellla Santos

DOI 10.37423/250610165

Capítulo 1



10.37423/250610067

INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NO APOIO AO DIAGNÓSTICO DA DOENÇA DE PARKINSON: UMA REVISÃO DE ABORDAGENS BASEADAS EM DADOS MULTIMODAIS

Ivina Lorena Oliveira Moura

Antonio Alisson Pessoa Guimarães

UNIVERSIDADE DA INTEGRAÇÃO
INTERNACIONAL DA LUSOFONIA AFRO-
BRASILEIRA (UNILAB)
UNIVERSIDADE DA INTEGRAÇÃO
INTERNACIONAL DA LUSOFONIA AFRO-
BRASILEIRA (UNILAB)



Resumo: A doença de Parkinson (DP) é uma condição neurológica progressiva caracterizada por sintomas motores e não motores que dificultam seu diagnóstico precoce. Neste contexto, a Inteligência Artificial (IA) tem se destacado como uma ferramenta promissora no apoio ao diagnóstico, especialmente por sua capacidade de processar grandes volumes de dados complexos e identificar padrões sutis não perceptíveis por métodos clínicos convencionais. Esta revisão bibliográfica tem como objetivo analisar e comparar abordagens recentes baseadas em dados multimodais, como sinais de digitação (*keystroke dynamics*), desenho manual, voz, imagens e dados provenientes de dispositivos vestíveis (*wearables*). Foram examinados estudos que utilizaram algoritmos de aprendizado profundo, redes neurais convolucionais e modelos de fusão com atenção cruzada para integrar diferentes fontes de dados. Os resultados demonstram que tais abordagens podem alcançar altos índices de acurácia (acima de 89%), com potencial para aplicação clínica e monitoramento remoto. Além disso, destacam-se as vantagens de métodos não invasivos e de fácil implementação, como o uso de papel e caneta, teclados inteligentes, *smartwatches* e análise vocal. Conclui-se que o uso da IA no diagnóstico da DP, especialmente por meio de estratégias multimodais, representa um avanço significativo na medicina personalizada e preventiva. As perspectivas futuras envolvem a integração com tecnologias como IoT e realidade aumentada, além da necessidade de enfrentar desafios éticos e regulatórios para garantir a equidade no acesso e a segurança dos dados dos pacientes.

Palavras-chave: Doença de Parkinson, Inteligência Artificial, Aprendizado de máquina, Diagnóstico precoce, Redes neurais, Biometria comportamental, Tecnologias vestíveis.

1. INTRODUÇÃO

A doença de Parkinson (DP) é uma condição neurológica crônica e progressiva que incide sobre o sistema nervoso central, comprometendo diretamente o controle motor. Os sintomas característicos da doença de Parkinson geralmente surgem de forma gradual e incluem tremores involuntários, rigidez muscular, bradicinesia (lentidão dos movimentos) e instabilidade postural.

A forma mais comum dessa enfermidade é a doença de Parkinson Idiopática (iPD), cuja causa é desconhecida. Ela não está associada diretamente a fatores genéticos ou ambientais específicos, mas sim a um processo degenerativo que compromete progressivamente os neurônios responsáveis pela produção de dopamina (Parkinson's UK, 2023). Especificamente, a iPD está ligada à degeneração de neurônios na substância negra, a qual está situada numa região cerebral responsável produção de dopamina, um neurotransmissor essencial para a regulação dos movimentos voluntários, e sua perda resulta em uma redução da entrada dopaminérgica no estriado (Sakar *et al.*, 2013; Schapira; Jenner, 2011).

Contudo, os sintomas motores típicos tornam-se clinicamente evidentes após a degeneração irreversível de aproximadamente 60% dos neurônios dopaminérgicos (Dauer; Przedborski, 2003). Adicionalmente, distúrbios motores finos, como alterações na fala e escrita são, geralmente, evidenciados e oferecem pistas valiosas agregadas às manifestações clássicas para um diagnóstico precoce.

A doença de Parkinson se destaca como a segunda condição neurodegenerativa mais prevalente globalmente, ficando atrás apenas da Doença de Alzheimer. Dados da Organização Mundial da Saúde (OMS) de 2022 (Organização Mundial da Saúde, 2022) indicam que aproximadamente 4 milhões de indivíduos são afetados em todo o mundo, com cerca de 200 mil casos no Brasil. De acordo com o estudo *Global Burden of Disease* de 2016, a DP ocupa a posição de distúrbio neurológico com a mais rápida ascensão em prevalência, incapacidade e mortalidade (Dorsey; Elbaz, 2018). A doença de Parkinson de Início Precoce (DPIP) é caracterizada pelo aparecimento dos sintomas antes dos 40 anos de idade, representando cerca de 3% a 5% dos casos totais da doença. Já a doença de Parkinson Juvenil (DPJ), de ocorrência ainda mais rara, manifesta-se antes dos 21 anos de idade e está frequentemente relacionada a fatores genéticos específicos (Revista fisioterapia em movimentos, 2023).

Do ponto de vista clínico, essas formas precoces apresentam particularidades em relação à forma típica da doença, que geralmente tem início após os 60 anos. Pacientes com DPIP tendem a apresentar

uma evolução mais lenta dos sintomas, com maior incidência de distúrbios do movimento, como distonias e discinesias induzidas pela levodopa (BARBOZA, 2023). No caso da DPJ, há uma forte associação com mutações genéticas nos genes PARK2 (parkin), PINK1 e DJ-1, sendo comum o surgimento precoce de rigidez muscular, alterações na marcha e outros sintomas motores desde a infância ou adolescência (MSD MANUAL, 2024).

O reconhecimento e o diagnóstico precoce dessas variantes da DP são fundamentais para a definição de estratégias terapêuticas personalizadas, que incluem o acompanhamento genético, o uso cauteloso de levodopa, e intervenções multidisciplinares voltadas à preservação funcional e à qualidade de vida.

O diagnóstico da DP baseia-se majoritariamente em critérios clínicos e com base em sinais e sintomas observáveis — ou seja, sem o uso inicial de exames laboratoriais ou de imagem. A análise depende muito da avaliação médica direta. Apesar da relevância desses sinais, o diagnóstico muitas vezes ocorre em estágios avançados, quando a degeneração neuronal já está significativamente estabelecida (Postuma *et al.*, 2015).

O tratamento dos sintomas motores da doença de Parkinson envolve, principalmente, o uso de medicamentos que atuam na modulação do sistema dopaminérgico. Entre os fármacos mais utilizados estão: levodopa, considerada a terapia mais eficaz; agonistas dopaminérgicos, que imitam a ação da dopamina no cérebro; inibidores da catecol-O-metiltransferase (COMT) e inibidores da monoamina oxidase tipo B (IMAO-B), que prolongam os efeitos da dopamina endógena; além de amantadina, com ação antiparkinsoniana e anti discinética, e anticolinérgicos, geralmente reservados para casos selecionados, como controle de tremor (Barbosa *et al.*, 2022).

Segundo Barbosa *et al.* (2022), além do tratamento farmacológico, intervenções não medicamentosas, como a fisioterapia e a prática regular de exercícios físicos, têm papel fundamental no manejo da doença. Essas estratégias são especialmente eficazes na melhora de sintomas que não respondem adequadamente à terapia dopaminérgica, como distúrbios da marcha e episódios de congelamento, instabilidade postural, quedas e diversos sintomas não motores — incluindo depressão, constipação, apatia e fadiga. A recomendação de exercícios físicos deve ser considerada uma boa prática clínica desde o diagnóstico inicial da doença de Parkinson. No entanto, em estágios mais avançados, é necessário adotar uma abordagem personalizada, uma vez que esses pacientes apresentam maior risco de lesões durante a atividade física.

O uso de técnicas de aprendizado de máquina (*Machine Learning*) no apoio ao diagnóstico médico tem se mostrado uma estratégia promissora em diversas áreas da saúde, permitindo a análise

automatizada e eficiente de grandes volumes de dados clínicos e exames complementares. Diferentes estudos demonstram o potencial dessas abordagens para melhorar a acurácia diagnóstica, reduzir o tempo de análise e apoiar a tomada de decisão clínica. Artoni (2024), por exemplo, aplicou algoritmos de aprendizado de máquina no auxílio ao diagnóstico do transtorno do espectro autista, evidenciando ganhos na identificação precoce da condição. Da mesma forma, Wurzel e Martins (2022) demonstraram que a classificação automática de imagens de mamografia por meio de algoritmos supervisionados pode ser utilizada com êxito para apoiar o diagnóstico de câncer de mama. Outro exemplo relevante é o trabalho de Primo et al. (2021), no qual técnicas de aprendizado de máquina foram empregadas para prever a ocorrência de morte súbita em pacientes chagásicos com base em variáveis clínicas, destacando o papel dessa tecnologia como ferramenta complementar para diagnóstico e estratificação de risco em contextos complexos. No caso específico da análise de sinais de voz, abordagens baseadas em ML têm se mostrado eficazes na identificação precoce de condições neurológicas e transtornos psicológicos. Melo e Gouveia (2023) aplicaram modelos de aprendizado supervisionado para classificar sinais de voz com o objetivo de auxiliar no diagnóstico da doença de Parkinson, obtendo bons índices de acurácia ao identificar padrões vocais sutis associados à progressão da doença. Complementarmente, Bandeira et al. (2024) realizaram uma mini revisão integrativa sobre o uso de ML na detecção de depressão por meio da voz, ressaltando que características acústicas como timbre, ritmo e entonação podem fornecer biomarcadores relevantes para a avaliação do estado emocional dos indivíduos. Esses estudos reforçam o potencial do aprendizado de máquina como ferramenta multidisciplinar e não invasiva, capaz de atuar de forma complementar à prática clínica tradicional, ampliando a capacidade diagnóstica em cenários diversos, desde a neuropsiquiatria até a medicina cardiovascular e oncológica.

Em saúde, a aplicação do Aprendizado de Máquina (ML) tem trazido grandes progressos. Essa tecnologia se destaca por ajudar a diagnosticar doenças e a criar tratamentos mais personalizados para cada paciente. Entre os principais benefícios, destaca-se a capacidade dos algoritmos de ML de identificar padrões complexos em grandes volumes de dados clínicos, muitas vezes imperceptíveis à análise humana, o que contribui para diagnósticos mais precisos e precoces. Além disso, essas técnicas permitem a automação de processos, aumentando a eficiência operacional e reduzindo o tempo necessário para a tomada de decisões clínicas. Estudos demonstram que o uso de ML pode melhorar a acurácia diagnóstica em diversas especialidades médicas, como radiologia, cardiologia e dermatologia, equiparando-se ou até superando o desempenho de especialistas humanos em determinadas tarefas (Vasconcelos *et al.*, 2024). Adicionalmente, a integração de ML em sistemas de

saúde pode auxiliar na estratificação de riscos, na previsão de desfechos clínicos e na otimização de recursos, contribuindo para uma medicina mais personalizada e eficiente.

Esta revisão tem como objetivo analisar a literatura científica recente e apresentar uma síntese atualizada sobre o papel das aplicações de *Machine Learning* na pesquisa e no manejo clínico das síndromes parkinsonianas. Serão destacados os avanços alcançados, as principais abordagens utilizadas, bem como os desafios e limitações ainda presentes na incorporação dessas tecnologias aos contextos diagnóstico, prognóstico e terapêutico da doença de Parkinson. Ao reunir e sistematizar essas informações, espera-se oferecer uma visão abrangente sobre o estado atual da IA no apoio ao diagnóstico da DP, contribuindo para o avanço das pesquisas na área e o aprimoramento das ferramentas clínicas.

2. A DOENÇA DE PARKINSON

A doença de Parkinson é uma condição neurológica crônica e progressiva que afeta o sistema nervoso central, particularmente as áreas responsáveis pelo controle e coordenação dos movimentos. Caracteriza-se por alterações motoras e, em estágios mais avançados, por manifestações cognitivas e comportamentais. De acordo com Silva e Carvalho (2019), a prevalência da DP varia entre 100 a 200 casos por 100 mil habitantes, afetando aproximadamente 10 milhões de pessoas em todo o mundo, o que a torna a segunda doença neurodegenerativa mais comum, atrás apenas do Alzheimer.

Os sintomas clássicos da DP incluem tremores involuntários em repouso, rigidez muscular, bradicinesia (lentidão dos movimentos) e instabilidade postural, podendo também ocorrer alterações na fala e na escrita, que impactam diretamente a qualidade de vida dos pacientes. Esses sinais clínicos decorrem da degeneração progressiva dos neurônios dopaminérgicos localizados na substância negra — uma estrutura dos gânglios da base responsável pela produção de dopamina, neurotransmissor essencial para a modulação dos movimentos voluntários (Costa; Paixão, 2018).

Figura 1– Diagrama da substância negra



Fonte: Costa e Paixão (2018)

A perda gradual de dopamina compromete a comunicação entre diferentes regiões do cérebro envolvidas no controle motor, o que explica a natureza evolutiva e complexa da doença. Como resultado, o diagnóstico precoce e o acompanhamento contínuo são fundamentais para o manejo adequado da DP e para a manutenção da autonomia funcional dos pacientes.

A dopamina é um neurotransmissor fundamental na regulação dos circuitos motores do sistema nervoso central. Sua principal função é atuar na modulação das vias neuronais dos gânglios da base, contribuindo para a execução de movimentos voluntários suaves, coordenados e precisos, além de permitir a estabilidade postural e a inibição de movimentos involuntários.

2.1 SINTOMAS

Na DP, ocorre uma degeneração progressiva dos neurônios dopaminérgicos localizados na substância negra pars compacta, reduzindo drasticamente a disponibilidade de dopamina nas sinapses. Essa deficiência compromete a comunicação entre as células nervosas, resultando em uma desorganização funcional dos circuitos motores, o que afeta diretamente o controle da atividade muscular.

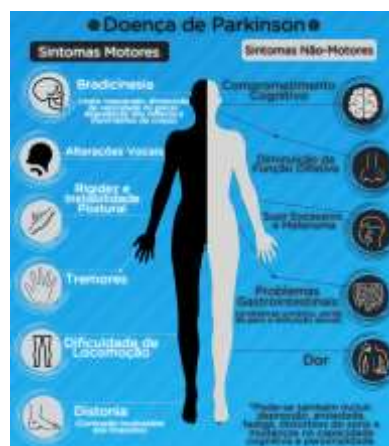
Como consequência, manifestam-se sintomas motores característicos, tais como:

- Tremores em repouso, geralmente iniciando em um lado do corpo;
- Dificuldade de iniciar movimentos voluntários (acinesia);
- Hipocinesia, ou seja, a redução da amplitude dos movimentos;
- Rigidez muscular, que contribui para a limitação funcional;
- Alterações posturais, como inclinação do tronco e perda de reflexos de equilíbrio;
- Perda de coordenação motora, especialmente em tarefas que exigem movimentos finos e precisos.

Esses sintomas são a expressão clínica da falência dos gânglios da base em desempenhar seu papel regulador sobre os movimentos voluntários e o tônus postural, resultando em padrões motores anormais e progressivamente debilitantes (Sakar et al., 2013). A compreensão desses mecanismos é fundamental para o desenvolvimento de estratégias terapêuticas e tecnologias assistivas que visem o controle dos sintomas e a melhoria da qualidade de vida dos pacientes com DP.

Além dos sintomas motores clássicos, a DP também se manifesta por meio de uma ampla variedade de sintomas não motores, que frequentemente precedem os sinais motores e impactam de forma significativa a qualidade de vida dos pacientes. Esses sintomas resultam de disfunções em diversos sistemas neuroquímicos além da dopamina, como a serotonina, a noradrenalina e a acetilcolina, evidenciando o caráter sistêmico e multifatorial da doença. Entre as manifestações mais recorrentes estão as alterações de humor, especialmente a depressão e a ansiedade, os distúrbios do sono, como insônia, sonolência diurna e distúrbio comportamental do sono REM, bem como déficits cognitivos relacionados à atenção, memória e lentificação do pensamento. À medida que a doença evolui, podem surgir complicações psiquiátricas mais graves, como alucinações, delírios e confusão mental, muitas vezes exacerbadas pelo uso prolongado de medicamentos dopaminérgicos. Em estágios avançados, não é incomum o desenvolvimento de demência associada à DP, caracterizada por comprometimento global das funções cognitivas, afetando a memória, a linguagem e o julgamento. Essas manifestações não motoras, apesar de frequentemente subestimadas no contexto clínico, exigem atenção especializada, pois comprometem diretamente a funcionalidade, a autonomia e o bem-estar psicológico do paciente, reforçando a importância de uma abordagem terapêutica integral e multidisciplinar (Gonçalves; Alvarez; Arruda, 2007).

Figura 2 – Sintomas Motores e Não-Motores



Fonte: Fonoff (2020)

2.2 TRATAMENTOS E FÁRMACOS

A doença de Parkinson é uma enfermidade neurodegenerativa progressiva e, até o momento, sem cura definitiva. Os tratamentos disponíveis visam principalmente o controle dos sintomas motores e não motores, buscando preservar a funcionalidade e melhorar a qualidade de vida dos pacientes.

A levodopa permanece como o fármaco mais eficaz no tratamento da DP, atuando na reposição da dopamina e proporcionando alívio significativo dos sintomas motores (AZEVEDO; CARDOSO, 2009). Contudo, o uso prolongado pode levar a flutuações motoras e discinesias. Para mitigar esses efeitos, são utilizados agonistas dopaminérgicos, que mimetizam a ação da dopamina, e inibidores da catecol-O-metiltransferase (COMT), que prolongam a ação da levodopa.

Em estágios avançados ou em casos refratários ao tratamento medicamentoso, a Estimulação Cerebral Profunda (DBS) surge como uma opção terapêutica eficaz. Esse procedimento cirúrgico envolve a implantação de eletrodos em áreas específicas do cérebro, como o núcleo subtalâmico, permitindo a modulação dos circuitos neurais responsáveis pelos sintomas motores. Estudos demonstram que a DBS pode reduzir em até 52% os sintomas motores avaliados pela escala UPDRS em pacientes sob medicação antes da cirurgia (NATIONAL INSTITUTE OF NEUROLOGICAL DISORDERS AND STROKE (NINDS), [s.d.]).

Além das abordagens farmacológicas e cirúrgicas, as terapias não farmacológicas desempenham um papel crucial no manejo da DP. A fisioterapia é fundamental para melhorar a mobilidade, o equilíbrio e a força muscular, contribuindo para a manutenção da independência funcional. A fonoaudiologia auxilia na reabilitação da fala e deglutição, enquanto a terapia ocupacional promove a adaptação às atividades diárias. Essas intervenções são recomendadas por diretrizes internacionais e endossadas por entidades como a Academia Brasileira de Neurologia.

Recentemente, a inteligência artificial tem sido explorada como uma ferramenta propícia no diagnóstico e tratamento da DP (Silva *et al.*, 2025). Pesquisadores da Universidade de Cambridge utilizaram IA para identificar compostos com potencial terapêutico, acelerando em até dez vezes o desenvolvimento de novos medicamentos (Horne *et al.*, 2024). Além disso, dispositivos como o "marcapasso cerebral inteligente" utilizam IA para ajustar em tempo real a estimulação cerebral, adaptando-se às necessidades do paciente e melhorando os sintomas motores e não motores.

Em suma, o tratamento da doença de Parkinson é complexo, envolvendo uma combinação de terapias farmacológicas, cirúrgicas e não farmacológicas, além de inovações tecnológicas emergentes. A

abordagem deve ser individualizada, considerando as características clínicas de cada paciente e visando a otimização dos resultados terapêuticos.

3. FUNDAMENTOS DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL APLICADA À SAÚDE

Estamos imersos em uma nova fase da Revolução Industrial, impulsionada pelo avanço acelerado de tecnologias emergentes — especialmente a Inteligência Artificial. As máquinas deixaram de ser apenas ferramentas voltadas à execução de tarefas manuais e passaram a desempenhar funções cognitivas complexas, assumindo atividades tradicionalmente associadas à inteligência humana. A evolução da Inteligência Artificial tem ocorrido em sinergia com os avanços da ciência da computação e da capacidade computacional. Trata-se de um campo intrinsecamente multidisciplinar, que incorpora fundamentos teóricos e aplicados de áreas como matemática, estatística, ciência de dados, ciências biomédicas, economia, finanças e pesquisa operacional, permitindo o desenvolvimento de soluções para problemas diversos (Serey *et al.*, 2023). Nas últimas décadas, o diagnóstico da DP tem enfrentado desafios relacionados à subjetividade clínica, variabilidade dos sintomas e ausência de biomarcadores definitivos. Nesse contexto, a IA surge como uma aliada promissora, oferecendo soluções capazes de transformar o processo diagnóstico por meio de ferramentas mais rápidas, não invasivas e precisas (Dixit *et al.*, 2023).

Segundo Topol (2019), o impacto da IA na Medicina está dividido em três pontos: para os médicos, a IA está sendo usada para interpretar imagens médicas (como radiografias, ressonâncias magnéticas e tomografias). Para os sistemas de saúde: a IA vem melhorando o fluxo de trabalho, reduzindo erros e otimizando recursos. Para os pacientes, essas tecnologias promovem maior autonomia, permitindo o monitoramento contínuo da própria saúde por meio de dispositivos vestíveis e aplicativos móveis. A Inteligência Artificial ainda está em seus estágios iniciais na área da medicina, onde apresenta muitos desafios éticos, técnicos e regulatórios para alcançar uma medicina de alta performance.

Um dos campos que mais se beneficia dessa transformação é o diagnóstico médico auxiliado por computador. Sistemas baseados em IA têm demonstrado níveis elevados de precisão, muitas vezes comparáveis — e, em situações específicas, até superiores — aos alcançados por profissionais da saúde, especialmente em atividades como a análise de imagens médicas (radiografias, ressonâncias magnéticas e tomografias) (Ludermir, 2021; Topol, 2019). No campo do diagnóstico por voz, a Inteligência Artificial tem se destacado na análise de biomarcadores vocais, explorando parâmetros como o tom, a prosódia, o ritmo da fala e as pausas involuntárias. Essas características têm se

mostrado úteis na identificação precoce de diversas condições de saúde, incluindo depressão, doença de Parkinson, Alzheimer e até mesmo enfermidades cardiovasculares, ampliando as possibilidades de triagem não invasiva e monitoramento contínuo dos pacientes. Na área da linguagem escrita, estudos recentes indicam que a Inteligência Artificial pode ser treinada para identificar padrões linguísticos em diversos tipos de textos — como prontuários médicos, anotações pessoais e até postagens em redes sociais — que estejam associados a transtornos mentais, declínio cognitivo e outras condições de saúde. Um exemplo é o modelo DASentimental, que utiliza técnicas de aprendizado de máquina para detectar sinais de depressão, ansiedade e estresse, por meio da análise da escolha lexical, construção frasal e estrutura linguística dos textos produzidos pelos indivíduos (Fatima *et al.*, 2022).

Aprendizado de Máquina, ou *Machine Learning*, é uma parte da inteligência artificial que permite aos computadores aprenderem e melhorarem sozinhos. Basicamente, os sistemas de AM conseguem identificar padrões em dados e, com isso, aprimoram seu próprio desempenho, sem que programadores precisem ajustar cada detalhe do código. Essa área começou a ser desenvolvida nos anos 1960, dentro da IA, com o objetivo principal de encontrar padrões em informações. No começo, o foco era apenas em usos para computadores. Contudo, a partir da década de 1990, o AM expandiu suas fronteiras e hoje é aplicado em muitas outras áreas, indo muito além da computação pura (Izbicki; Santos, 2020).

O *Deep Learning* é uma linha do aprendizado de máquina que utiliza redes neurais compostas por múltiplas camadas — conhecidas como redes neurais profundas — para replicar, de forma aproximada, os processos de tomada de decisão do cérebro humano (IBM, 2024).

Nesse contexto, a doença de Parkinson tem-se destacado como uma das condições neurológicas que mais têm se beneficiado dessas inovações, com diversas abordagens baseadas em IA sendo exploradas para apoiar seu diagnóstico precoce e preciso. No contexto do diagnóstico por imagem, os algoritmos de *Deep Learning* têm se destacado pela capacidade de identificar padrões sutis e complexos, frequentemente imperceptíveis à análise humana convencional. Essa precisão tem contribuído significativamente para a detecção precoce de diversas condições médicas, incluindo cânceres, doenças neurológicas e outras patologias, oferecendo suporte valioso à tomada de decisão clínica.

4. PRINCIPAIS ABORDAGENS DE IA NO DIAGNÓSTICO DA DOENÇA DE PARKINSON

Técnicas baseadas em aprendizado de máquina e aprendizado profundo têm sido amplamente exploradas para analisar sinais biomédicos, padrões de fala, escrita, movimento e exames de imagem,

com o objetivo de auxiliar no diagnóstico precoce e na avaliação da progressão da doença (Dixit *et al.*, 2023).

Entretanto, para que essas abordagens sejam efetivamente incorporadas à prática clínica, ainda é necessário enfrentar desafios importantes, como a validação em contextos reais, a padronização dos dados coletados e a integração de informações multimodais (como dados de voz, EEG, escrita e imagem médica). A convergência da IA com tecnologias emergentes, como a Internet das Coisas (IoT) tem potencial para ampliar ainda mais a precisão diagnóstica e promover intervenções personalizadas e interativas, contribuindo para um manejo mais eficiente da DP (Fonseca; Benitez; Olivia, 2019).

4.1 ANÁLISE POR VOZ

No contexto do diagnóstico precoce da doença de Parkinson, a análise de biomarcadores vocais tem ganhado destaque como abordagem não invasiva e de baixo custo. Características acústicas da fala — como a frequência fundamental (*pitch*), *jitter*, *shimmer* e coeficientes cepstrais em escala Mel (MFCCs) — apresentam variações sutis em pacientes com Parkinson, que podem ser difíceis de perceber clinicamente, mas são capturadas com precisão por algoritmos de Inteligência Artificial. Essas alterações vocais refletem a instabilidade na produção da fala, resultando em vozes mais irregulares, padrões espectrais menos definidos e uma redução da harmonia tonal, em comparação com indivíduos saudáveis.

Estudos como o de Shen, Mortezaagha e Rahgozar (2024), intitulado como *Explainable Artificial Intelligence to Diagnose Early Parkinson's Disease via Voice Analysis*, publicado na revista *Scientific Reports*, demonstraram que modelos híbridos de aprendizado profundo — combinando *Perceptron* Multicamadas (MLP), uma Rede Neural Convolucional (CNN), uma Rede Neural Recorrente (RNN) e uma técnica de Aprendizado com Múltiplos Núcleos (MKL) — são capazes de identificar com alta acurácia essas anomalias vocais, alcançando métricas de desempenho notáveis (acurácia de 91,11%, F1-score de 91,13% e AUC de 0,9125). O artigo utiliza *Deep Learning* e técnicas de *Explainable AI*, também apresenta um sistema de pontuação contínua, capaz de monitorar a progressão da doença ao longo do tempo.

A base de dados utilizada foi o *Voice Samples for Patients with Parkinson's Disease and Healthy Controls* (Prior *et al.*, 2023), onde o conteúdo se apresenta como 81 gravações de voz no formato .wav, onde 41 indivíduos são saudáveis e 40 pacientes parkinsonianos, houve uma limpeza e padronização de volume por gênero, extração automática de características acústicas com **ferramentas**

relacionadas ao processamento e análise de sons, um dos foi o Praat é um software gratuito e de código aberto amplamente utilizado para análise fonética, síntese de fala e processamento de sinais de áudio, o outro, *Parselmouth* é uma biblioteca Python que permite acessar as funcionalidades do *Praat* diretamente em scripts Python. Em outras palavras, ele "conecta" o *Praat* ao Python (Parselmouth, 2025). Após isso houve conversão de gravações via Transformada de Fourier.

Como mencionado anteriormente, o modelo híbrido composto por MLP, CNN, RNN e MKL apresentou o melhor desempenho entre os avaliados. Os demais modelos foram testados individualmente, utilizando cada arquitetura de forma isolada, mas não superaram os resultados obtidos pela abordagem combinada. Além disso, técnicas de interpretabilidade como o SHAP foram utilizadas para evidenciar quais características acústicas mais influenciam a predição, sendo os MFCCs, o *jitter* local e o *shimmer* local os mais relevantes. Essa abordagem reforça o potencial dos biomarcadores vocais como ferramenta eficaz para triagem e acompanhamento da progressão da doença, inclusive em ambientes de telemedicina ou monitoramento domiciliar.

O estudo intitulado *Gradient Boosting for Parkinson's Disease Diagnosis from Voice Recordings* (2020), publicado na revista *BMC Medical Informatics and Decision Making*, investiga o uso de técnicas de Aprendizado de Máquina, com ênfase no *Gradient Boosting*, para diagnosticar a DP a partir de gravações de voz. A proposta se destaca por ser uma abordagem não invasiva e de baixo custo, o que a torna promissora para triagens em larga escala. A base de dados utilizada, disponível no repositório *UCI Machine Learning Repository*, é intitulada *Parkinson Dataset with Replicated Acoustic Features*. Ela é composta por 40 pacientes com DP (sem uso de medicação) e 40 indivíduos saudáveis (controles).

Cada participante realizou três gravações da vogal sustentada /a/, com duração de 5 segundos cada. A partir dessas gravações, foram extraídas 44 características acústicas, agrupadas em: Perturbações de *pitch* e amplitude (*jitter* e *shimmer*); Índices de ruído (como a razão harmônico-ruído – HNR); Coeficientes cepstrais na escala de Mel (MFCCs); Medidas não-lineares (como RPDE, DFA e PPE). Considerando as três repetições do teste e variações entre elas, foram geradas 265 variáveis acústicas, além do sexo dos participantes, totalizando 266 preditores.

A metodologia consistiu em aplicar e comparar diversos modelos de classificação, com destaque para os algoritmos de *Gradient Boosting*: como o *Light Gradient Boosting Machine* (*LightGBM* - LGB), *Extreme Gradient Boosting* (*XGBoost*). Além desses, foram testados outros modelos tradicionais de aprendizado de máquina, como o *Random Forest* (RF), *Support Vector Machines* (SVM), *K-Nearest Neighbors* (KNN), *LASSO Regression* e Regressão Logística. O modelo que se saiu melhor foi o

LightGBM, ele é um algoritmo baseado em árvores de decisão, e foi desenvolvido pela Microsoft, o modelo implementa o método de Gradient Boosting. No estudo, o modelo recebeu 265 variáveis acústicas + sexo biológico como entrada, foi validado com *cross-validation* e obteve como desempenho: AUC = 0.951 e F1-score: 0.878, vale destacar que o *LightGBM* atingiu essa performance usando apenas 7 variáveis acústicas selecionadas.

Naranjo *et al.*, 2016 no estudo intitulado *Addressing voice recording replications for tracking Parkinson's disease progression*, propõe uma abordagem estatística bayesiana capaz de lidar com medições replicadas de gravações de voz ao longo do tempo, para monitorar a progressão da DP. O foco está em superar limitações de estudos anteriores que ignoram a variabilidade intraindivíduo (entre repetições da mesma pessoa) e tratam medições dependentes como independentes.

A base de dados utilizada no estudo foi proveniente do *At-Home Testing Device (AHTD)*, composta por 42 pacientes diagnosticados com doença de Parkinson. Cada participante realizou gravações da vogal sustentada /a/, seis vezes por semana, ao longo de seis meses, resultando em um total de 5.875 amostras de áudio. A partir dessas gravações, foram extraídas 16 medidas biomédicas acústicas, incluindo variáveis como *jitter*, *shimmer*, HNR (razão harmônico-ruído), RPDE, DFA e PPE — muitas delas de natureza não linear. As variáveis dependentes utilizadas no modelo foram os escores da escala UPDRS (motor e total), obtidos por especialistas em três momentos distintos: no início do experimento, após três meses e ao final dos seis meses.

A metodologia adotada propõe dois modelos principais: um modelo Bayesiano baseado em variáveis latentes, desenvolvido especificamente para lidar com medições replicadas, e uma versão com penalização tipo LASSO, incorporada para realizar a seleção automática das variáveis mais relevantes. A implementação foi realizada por meio da técnica de Gibbs *sampling*, pertencente à família dos métodos de Monte Carlo via Cadeias de Markov (MCMC). A validação do modelo ocorreu por meio de 100 rodadas de validação cruzada, com divisão dos dados por sexo — contemplando modelos específicos para homens, mulheres e para o grupo total.

A avaliação dos modelos foi feita com base em três métricas estatísticas: o erro absoluto médio (MAE), o erro relativo médio (MRE) e o erro quadrático médio (RMSE). Os resultados indicaram melhor desempenho para o modelo penalizado, com MAE de 7,52 para a escala motora e 9,64 para a escala total, ambos calculados sobre o conjunto de testes considerando os dois sexos. Esses valores contrastam com estimativas anteriores, obtidas com abordagens menos rigorosas, que sugeriam

MAEs artificialmente baixos — por vezes em torno de 2 — devido ao uso de dados inflados com medições interpoladas.

A principal contribuição do estudo reside no fato de ser a primeira proposta metodológica a considerar explicitamente a variabilidade intraindivíduo presente em gravações vocais replicadas. Além disso, evita o uso de valores interpolados da UPDRS, oferecendo uma abordagem mais fidedigna à realidade clínica. A metodologia apresentada também se mostra aplicável a outros estudos longitudinais que envolvem medições repetidas ao longo do tempo.

Entretanto, o trabalho também apresenta algumas limitações. A base de dados utilizada inclui apenas pacientes previamente diagnosticados com DP, não contando com um grupo controle. Ademais, a base completa (AHTD) não está disponível publicamente, com exceção de uma versão reduzida. Por fim, embora os resultados sejam considerados confiáveis e robustos, a acurácia ainda está aquém da precisão clínica desejável para substituir avaliações médicas presenciais — idealmente com erro inferior a 4–5 pontos na escala UPDRS.

4.2 ANÁLISE DE WEARABLES

A tecnologia vestível, ou WT, refere-se a qualquer dispositivo que usamos no corpo, seja de forma justa ou mais solta. Os smartphones se encaixam nessa última categoria e se tornaram um pilar fundamental na popularidade e funcionalidade desses aparelhos vestíveis (AMFT; Lukowicz, 2009, p. 8).

O impacto da Inteligência Artificial na medicina estende-se diretamente aos pacientes, promovendo maior autonomia e participação no cuidado com a própria saúde. Dispositivos vestíveis, como *smartwatches*, equipados com sensores inteligentes, já são capazes de monitorar sinais vitais em tempo real, detectando condições como arritmias cardíacas antes mesmo do aparecimento de sintomas evidentes. Além disso, aplicativos baseados em IA vêm sendo utilizados no acompanhamento de doenças crônicas, como o diabetes, auxiliando no controle de níveis glicêmicos e na adesão ao tratamento (Topol, 2019).

O artigo *Domotics, Smart Homes, and Parkinson's Disease*, publicado no *Journal of Parkinson's Disease* (2021), discute como tecnologias domésticas inteligentes, conhecidas como domótica, podem contribuir significativamente para o cuidado e a gestão da DP. O termo domótica deriva de domus (casa) e tica (automação/robótica), e refere-se à integração de sensores, eletrodomésticos e dispositivos conectados à internet com o objetivo de otimizar o bem-estar, a segurança e a

funcionalidade no ambiente doméstico. Além de proporcionar conforto, a domótica pode gerar dados clínicos importantes e promover a autonomia dos pacientes.

Segundo as autoras Simonet e Noyce, sensores integrados ao lar — como câmeras, sensores de movimento e camas inteligentes — são capazes de contextualizar os padrões de movimento dos pacientes, auxiliando na detecção de quedas, *freezing of gait* (FOG) e períodos OFF. As possibilidades oferecidas por essa automação incluem alertas automáticos para cuidadores, feedback sensorial para manejo de FOG (como luzes ou música atuando como pistas externas) e controle por voz de dispositivos domésticos.

No campo da reabilitação motora, destacam-se os jogos e a realidade virtual, como o uso do console Nintendo Wii, aplicados ao treinamento de equilíbrio e marcha. Além disso, aplicativos com feedback em tempo real, como o sistema CuPiD, mostraram-se eficazes na melhoria da qualidade de vida e na adesão ao tratamento. No que se refere aos sintomas não motores, a tecnologia pode auxiliar no monitoramento de distúrbios cognitivos, apatia, depressão e distúrbios do sono. Sensores de movimento e pressão podem identificar padrões de comportamento atípicos, episódios de desorientação ou insônia, e até transtornos do sono REM (RBD), fornecendo informações valiosas para o acompanhamento clínico.

O artigo também destaca diversos desafios associados à implementação da domótica no cuidado com pacientes com doença de Parkinson, com ênfase em aspectos éticos, técnicos e clínicos. Entre as principais preocupações éticas, estão a vigilância intrusiva, a propriedade dos dados gerados e a necessidade de consentimento informado. Como possíveis soluções, os autores propõem estratégias de anonimização, como o uso de avatares, silhuetas e pixelização das imagens, além de um modelo de consentimento flexível, no qual os pacientes possam revisar e pausar registros conforme desejarem, e a atuação de órgãos reguladores para garantir a proteção de dados e direitos individuais. No que se refere à interpretação dos dados, há desafios em distinguir sintomas como bradicinesia, fadiga e apatia, uma vez que todos podem se manifestar como redução de movimento.

Além disso, o monitoramento em ambientes reais apresenta ruído nos dados e alta variabilidade entre indivíduos e configurações domiciliares, dificultando a análise padronizada. Outro entrave relevante é a resistência de parte da população idosa ou de pacientes pouco familiarizados com tecnologias digitais, o que pode limitar a aceitação dessas soluções. Por fim, os autores apontam a ausência de padrões validados para a interpretação de dados não supervisionados, o que compromete a confiabilidade clínica dos sistemas domóticos. Para superar esse obstáculo, sugerem-se estudos de

viabilidade com amostras amplas, repetibilidade de testes, uso de múltiplos métodos de validação cruzada (como diários, entrevistas, sensores variados) e o desenvolvimento de protocolos específicos de validação para ambientes domiciliares.

Embora o artigo de Simonet e Noyce (2021), não detalhe modelos computacionais específicos, ele destaca o potencial da inteligência artificial e do aprendizado de máquina para processar grandes volumes de dados coletados por sensores em ambientes domésticos. Os autores reconhecem que essas abordagens podem ser aplicadas para detectar padrões clínicos relevantes, como quedas, distúrbios motores e alterações comportamentais, mas apontam a necessidade de validação rigorosa, dados de qualidade e protocolos padronizados para garantir confiabilidade na prática clínica.

O estudo *Sensor-based gait analysis in the premotor stage of LRRK2 G2019S-associated Parkinson's disease*, publicado na revista *Parkinsonism and Related Disorders* (vol. 98, 2022, p. 21–26) por Antonio Sánchez-Rodríguez *et al.*, tem como objetivo investigar se portadores assintomáticos da mutação LRRK2-G2019S, associada à DP, apresentam alterações sutis na marcha antes do surgimento de sintomas clínicos, utilizando para isso sensores inerciais distribuídos pelo corpo. O estudo também explora a correlação entre parâmetros da marcha e imagens de DaT-SPECT (indicador de degeneração dopaminérgica) e avalia o uso de redes neurais artificiais como ferramenta de apoio ao diagnóstico precoce.

A amostra foi composta por quatro grupos: 27 portadores assintomáticos da mutação LRRK2-G2019S (AsG2019S), 20 pacientes com DP com a mesma mutação (LRRK2-PD), 21 pacientes com DP idiopática (iPD) e 36 controles saudáveis (HCs), dos quais parte eram familiares não portadores. Foram adotados critérios rigorosos de exclusão, como a presença de outras doenças neurológicas, uso de bloqueadores dopaminérgicos e comprometimento cognitivo severo.

A metodologia envolveu o uso de 16 sensores inerciais (STT-IWS) distribuídos em todo o corpo, responsáveis pela captação de aceleração, rotação e orientação dos segmentos corporais. A marcha dos participantes foi analisada em três condições: (i) caminhada usual por 1 minuto, (ii) caminhada rápida em linha reta (15 metros) e (iii) caminhada com dupla tarefa (contagem regressiva de 3 em 3). As variáveis extraídas incluíram tempo e comprimento do passo, simetria e variabilidade da marcha, e amplitude de movimento dos braços e do tronco.

Além disso, os portadores assintomáticos foram submetidos ao exame de DaT-SPECT, que avalia a captação estriatal do radiotraçador e reflete o grau de degeneração dopaminérgica. Para análise de padrões de marcha e sua capacidade discriminativa, foi utilizada uma rede neural artificial com duas

camadas densas (10 neurônios com função de ativação ReLU e 5 neurônios com função *Softmax*), treinada com todas as variáveis da marcha. O treinamento foi feito com validação *Leave-One-Out Cross-Validation* (LOOCV) devido ao tamanho limitado da amostra.

Os principais resultados mostraram que os pacientes com DP (iPD e LRRK2-PD) apresentaram diversas alterações significativas na marcha, como velocidade reduzida, diminuição e assimetria no comprimento do passo, menor amplitude e maior variabilidade dos movimentos dos braços, além de maior tempo de giro. Já entre os portadores assintomáticos, nenhuma alteração foi observada na marcha usual, mas foram identificadas alterações discretas durante a caminhada rápida, como aumento do tempo de passo no lado não dominante e redução inesperada da variabilidade e da assimetria do tempo de passo. Essas variáveis mostraram correlação negativa significativa com a captação de DaT-SPECT, sugerindo um possível valor como biomarcadores em estágio premotor.

Em relação ao desempenho da rede neural, obteve-se uma precisão de 82,5% para classificar portadores assintomáticos versus controles, e 83% para distinguir pacientes com DP de controles saudáveis. Contudo, a acurácia para diferenciar pacientes LRRK2-PD de iPD foi mais modesta (61%).

Sun *et al.* (2024) aborda no artigo *Digital biomarkers for precision diagnosis and monitoring in Parkinson's disease*, publicado na revista *npj Digital Medicine* em 2024, tem como objetivo apresentar um panorama abrangente sobre o uso de biomarcadores digitais no diagnóstico e monitoramento da DP. O estudo inicia-se com a definição de biomarcadores digitais, compreendidos como medidas fisiológicas e comportamentais objetivas, quantificáveis e obtidas por meio de dispositivos digitais. Tais biomarcadores têm se destacado por sua capacidade de detectar precocemente os sintomas clínicos da DP, acompanhar a progressão da doença, avaliar a eficácia terapêutica e apoiar a tomada de decisões clínicas.

Para a coleta desses dados, os autores destacam três categorias principais de dispositivos: os vestíveis, como relógios inteligentes e sensores de pele (patches); os smartphones, utilizados por meio de aplicativos voltados para a análise de voz, padrões de digitação e avaliação cognitiva; e os sensores ambientais, que permitem o monitoramento passivo em ambientes domésticos sem a necessidade de interação direta do paciente com os dispositivos.

As aplicações clínicas dos biomarcadores digitais na DP abrangem diversas áreas funcionais. No domínio motor, por exemplo, a bradicinesia facial pode ser detectada por meio de tecnologias de reconhecimento facial associadas a algoritmos de aprendizado de máquina, proporcionando análises precisas dos padrões de expressão reduzida comuns em pacientes com DP. No campo dos distúrbios

do sono, o artigo relata o uso de sensores inteligentes de cama e dispositivos portáteis como alternativas viáveis à polissonografia tradicional, possibilitando o monitoramento em tempo real da qualidade do sono em ambiente domiciliar.

Em relação aos distúrbios da fala, o estudo ressalta o desenvolvimento de aplicativos capazes de realizar classificações com acurácia de até 94%, o que demonstra um grande potencial para identificação precoce da disartria hipocinética — um dos sintomas mais prevalentes da DP. A análise da motilidade ocular e dos padrões pupilares também é destacada como relevante para a identificação de disfunções neurológicas associadas à doença, uma vez que alterações nesses parâmetros podem se manifestar ainda na fase prodrômica. Além disso, os movimentos dos membros superiores e a marcha e equilíbrio são avaliados por meio de sensores posicionados em punhos, tornozelos ou calçados, permitindo uma análise detalhada e contínua de tremores, rigidez e alterações na locomoção.

Dessa forma, o artigo evidencia que os biomarcadores digitais, apesar de ainda enfrentarem desafios quanto à padronização, validação clínica e adesão dos pacientes, apresentam grande potencial para transformar o acompanhamento da doença de Parkinson, promovendo uma abordagem mais precisa, personalizada e eficaz na prática clínica.

Figura 3 - Dispositivos para medir biomarcadores digitais em diversas partes do corpo de pacientes com doença de Parkinson



Fonte: Sun *et al.* (2024)

3.3 ANÁLISE DE IMAGENS

O estudo conduzido por Archer *et al.* (2019), intitulado *Development and validation of the automated imaging differentiation in parkinsonism (AID-P)*, apresenta uma contribuição importante ao aplicar

técnicas de aprendizado de máquina para o diagnóstico diferencial de síndromes parkinsonianas. O objetivo principal foi desenvolver e validar um modelo automatizado, baseado em dados de ressonância magnética por difusão (*diffusion-weighted MRI*), capaz de diferenciar entre DP, atrofia de múltiplos sistemas (MSA) e paralisia supranuclear progressiva (PSP). A proposta do estudo foi superar as limitações dos métodos clínicos convencionais e oferecer um biomarcador objetivo, não invasivo e aplicável em diferentes contextos clínicos e geográficos.

A pesquisa envolveu um total de 1002 participantes provenientes de 17 centros de imagem localizados nos Estados Unidos, Alemanha e Áustria. A amostra incluiu 511 indivíduos com diagnóstico de DP, 84 com MSA, 129 com PSP e 278 controles saudáveis. Para cada participante, foram extraídos dois parâmetros principais a partir das imagens de ressonância magnética por difusão: o *free water* (FW) e a *fractional anisotropy* corrigida por *free water* (FAT). Essas medidas foram obtidas em 60 regiões cerebrais (como gânglios da base, cerebelo, tálamo e córtex) e 43 tratos de substância branca. A normalização dos dados foi realizada por meio de ferramentas específicas, como o FSL e o software *Advanced Normalization Tools*, a fim de garantir a consistência das medições entre os diferentes centros.

O algoritmo de aprendizado de máquina adotado foi o *Support Vector Machine* (SVM) com kernel linear, implementado utilizando a biblioteca *Scikit-learn* em Python. Três conjuntos de variáveis foram testados nos modelos: um que combinava dados de imagem com os escores clínicos do MDS-UPDRS III, outro contendo apenas as medidas de imagem e um terceiro com apenas os escores clínicos. A validação dos modelos foi realizada por meio de validação cruzada (*5-fold cross-validation*), com divisão dos dados em 80% para treino e validação, e 20% para teste independente.

Nos resultados, o modelo que combinava dados de imagem e MDS-UPDRS III obteve uma AUC de 0,962 na distinção entre DP e parkinsonismos atípicos, com acurácia de 91,5%. O modelo com apenas dados de imagem obteve AUC de 0,955, enquanto o modelo baseado apenas em escores clínicos apresentou desempenho significativamente inferior, com AUC de 0,775. Na comparação entre MSA e PSP, o modelo com dados combinados alcançou AUC de 0,897, enquanto o modelo com apenas dados de imagem obteve AUC de 0,926 e o modelo clínico isolado apenas 0,582. Esses resultados indicam que os dados de imagem por si só são suficientes para distinguir com alta precisão os diferentes tipos de parkinsonismo, superando os dados clínicos convencionais.

A análise da importância relativa das variáveis no modelo mostrou que as regiões mais relevantes para a classificação incluíam a substância negra, o trato subtalâmico-palidado, o núcleo dentado, o cerebelo

e a área motora suplementar. Essas regiões são consistentemente associadas à fisiopatologia das síndromes parkinsonianas, o que reforça a validade biológica dos resultados obtidos pelo modelo. Adicionalmente, o AID-P foi testado em cinco pacientes com diagnóstico confirmado por exame neuropatológico pós-morte. O modelo acertou todos os diagnósticos, inclusive corrigindo um caso em que o diagnóstico clínico estava incorreto.

Os autores concluem que o AID-P representa uma abordagem robusta, automatizada e generalizável para o diagnóstico diferencial de síndromes parkinsonianas. Por não utilizar traçadores radioativos e exigir apenas 12 minutos de aquisição em aparelhos de ressonância magnética de 3 Tesla, o método apresenta potencial significativo para ser incorporado na prática clínica e em estudos multicêntricos, oferecendo suporte ao diagnóstico precoce e à correta inclusão de pacientes em ensaios clínicos.

Um estudo conduzido por Glaab et al. (2019) propôs uma abordagem integrativa inovadora combinando dados de metabolômica sanguínea e neuroimagem por PET com o objetivo de aprimorar a acurácia diagnóstica da DP. A motivação central do trabalho reside na limitação de abordagens isoladas — tanto a neuroimagem quanto a análise de fluídos biológicos — para capturar, de forma completa, os aspectos multifatoriais e sistêmicos da fisiopatologia da DP. Nesse contexto, os autores exploraram a hipótese de que a análise conjunta de dados moleculares e estruturais poderia oferecer um modelo mais robusto e sensível para detecção da doença.

A amostra do estudo foi composta por 60 pacientes com diagnóstico de Parkinson e 15 indivíduos saudáveis como grupo controle. Foram obtidos dados de metabolômica do plasma sanguíneo utilizando cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massa (GC-MS), além de imagens de tomografia por emissão de pósitrons (PET) com dois radiotraçadores distintos: FDOPA, que avalia a integridade dopaminérgica, e FDG, marcador do metabolismo da glicose cerebral. Um subgrupo de 18 pacientes realizou exames de seguimento após um ano, permitindo análise longitudinal. Os autores aplicaram algoritmos de aprendizado de máquina, especificamente *Support Vector Machine* (SVM) e *Random Forests*, com validação cruzada *leave-one-out* e curvas ROC para análise de performance. Os resultados mostraram que o uso isolado de dados metabólicos apresentou desempenho limitado (AUC: 0,66), ainda que com acurácia média de 80% quando utilizado o algoritmo *Random Forest*. Por outro lado, a utilização exclusiva das imagens de PET-FDOPA alcançou uma AUC de 0,94.

O ponto mais relevante do estudo foi a integração entre PET-FDOPA e dados metabólicos, que elevou a AUC para 0,98, com acurácia média de 91,4%, representando o melhor desempenho observado. A combinação entre PET-FDG e metabolômica também demonstrou ganho de desempenho (AUC: 0,91),

reforçando o valor preditivo da abordagem multimodal. A análise longitudinal dos perfis metabólicos revelou alterações consistentes com processos fisiopatológicos centrais na DP, como estresse oxidativo (associado, por exemplo, a níveis alterados de ácido treônico e ácido glicólico) e inflamação sistêmica (ex: elevação de manose), sugerindo que a metabolômica pode ser útil não apenas para diagnóstico, mas também para o acompanhamento da progressão da doença.

Os autores concluem que a análise combinada de metabolômica sanguínea e neuroimagem cerebral representa uma abordagem promissora para a construção de modelos diagnósticos mais sensíveis e específicos. A integração de múltiplas modalidades de dados fornece uma visão mais abrangente da doença e contribui para a identificação de biomarcadores multimodais, com potencial aplicação clínica, especialmente em fases precoces, quando o diagnóstico é mais complexo.

O estudo de Correia et al. (2020) explora a diferenciação de parkinsonismos utilizando dados de neuroimagem e aprendizado de máquina, com foco em questões metodológicas como viés e artefatos. O principal objetivo foi comparar diferentes abordagens de seleção de características e modalidades de ressonância magnética (RM) para distinguir a doença de Parkinson, a paralisia supranuclear progressiva (PSP) e a síndrome corticobasal (CBS).

A metodologia envolveu uma amostra inicial de 69 controles saudáveis, 35 pacientes com DP, 52 com PSP (síndrome de Richardson) e 36 com CBS. Para a análise de validação cruzada, 19 casos por grupo foram selecionados e pareados por idade, sexo, movimento na RM e pontuações UPDRS-III, enquanto um grupo de validação independente foi formado pelos sujeitos restantes. As imagens foram adquiridas em um scanner Siemens Tim TRIO de 3T, incluindo RM de difusão (DWI) e RM ponderada em T1 (MPRAGE).

O pré-processamento das imagens T1 incluiu a segmentação em mapas de substância cinzenta (SC) e substância branca (SB), normalização para o espaço MNI e extração da espessura cortical. Para as imagens DWI, foram realizadas remoção do crânio, correção de movimento e cálculo de anisotropia fracionária (FA) e difusividade média (MD).

A extração de características utilizou duas abordagens:

- Regiões de Interesse (ROI): Para mapas de volume de SC e espessura cortical, foram empregadas 63/48 ROIs corticais e subcorticais. Para mapas de FA e MD, 100 ROIs de SB foram utilizadas.
- Análise de Componentes Principais (PCA): Uma abordagem de todo o cérebro que reduziu a dimensionalidade, gerando N-1 características independentes a partir dos voxels dentro das máscaras de SC/SB.

Máquinas de Vetores de Suporte (SVMs) foram aplicadas para construir modelos de classificação pareada (ex: controles vs. DP). A classificação foi realizada por quatro fluxos paralelos de análise, combinando modalidades de imagem e métodos de extração de características: (i) volume de SC + ROIs, (ii) volume de SC + PCA, (iii) difusão + ROIs e (iv) difusão + PCA. A validação envolveu validação cruzada "leave-two-out" e uma validação independente com um conjunto de dados separado, calculando-se acurácia, sensibilidade e especificidade. As características foram classificadas usando o Fator de Discriminação de Fisher (FDR).

RESULTADOS PRINCIPAIS:

- Controle de Qualidade: As taxas de exclusão por movimento foram notáveis (9% para DP, 28% para CBS e 37% para PSP-RS), ressaltando a criticidade do controle de movimento em populações com distúrbios neurológicos.
- Métodos de Extração de Características (ROIs vs. PCA): A PCA forneceu maior acurácia na validação cruzada (~25% a mais), mas essa diferença diminuiu significativamente na validação independente, sugerindo que a PCA pode ser mais suscetível a *overfitting* com validação cruzada.
- Modalidades de RM (T1w vs. DWI): Ambas as modalidades diferenciaram os grupos com sucesso. Contudo, as características da DWI resultaram em acurácias de classificação significativamente maiores na validação independente (para ROIs e PCA). A combinação de características de difusão e volume de SC não melhorou a acurácia.
- Acurácia da Classificação (Validação Independente): As acurácias médias variaram de 44,37% a 71,87% para dados T1w (volume de SC) e de 57,63% a 90,49% para dados DWI (FA e MD).
- Localização de Características Relevantes: As regiões mais influentes para a classificação, como os gânglios da base, foram biologicamente plausíveis, e as características de difusão importantes incluíram FA e MD difusas.

O uso de métodos de aprendizado de máquina com dados de RM pode auxiliar no diagnóstico diferencial automatizado de PSP-RS, CBS e DP. Para garantir a robustez e a aplicabilidade clínica, estudos futuros devem focar em amostras maiores e multicêntricas, abordando as considerações metodológicas destacadas, como o pareamento preciso dos grupos e o controle de artefatos de movimento.

3.4 ANÁLISE DA ESCRITA

O estudo de Benredjem *et al.* (2025) tem como objetivo desenvolver um framework preditivo denominado PMMD (*Parkinson Multimodal Diagnosis*), voltado para o diagnóstico da doença de Parkinson a partir da integração de dados multimodais. Para isso, são utilizados registros visuais, como imagens de escrita à mão e desenhos em espiral, além de dados clínicos estruturados. O modelo

proposto adota um mecanismo de atenção cruzada que permite a fusão eficaz dessas diferentes fontes de informação, promovendo uma análise mais precisa e contextualizada. As informações utilizadas foram obtidas no Hospital CHU Ibn Badis, na Argélia, por meio da participação de 150 pacientes de diferentes faixas etárias e gêneros. Cada participante realizou tarefas padronizadas de escrita e desenho, e também forneceu dados clínicos relevantes, como idade, sexo, escolaridade e a presença de sintomas motores e não motores.

A metodologia empregada se baseia em uma arquitetura multimodal, composta por módulos de atenção intra e intermodal, capazes de destacar as características mais relevantes de cada modalidade. O pré-processamento das imagens envolveu etapas como remoção de ruídos com filtro de mediana, binarização pelo método OTSU, dilatação e técnicas de aumento de dados (*data augmentation*). No caso dos dados clínicos, foram aplicadas estratégias de imputação de valores ausentes, remoção de outliers, normalização e codificação de variáveis categóricas. Para a extração automática de características visuais das imagens de escrita e desenho, foram utilizadas redes neurais convolucionais (CNNs), como a ResNet, enquanto os dados clínicos foram integrados ao modelo após o devido pré-processamento. O módulo de atenção do framework permite destacar os elementos mais informativos de cada tipo de dado, aumentando a capacidade preditiva do sistema. A etapa de classificação foi realizada por meio de uma máquina de vetores de suporte (SVM), utilizando o kernel RBF, adequado para separar classes de forma não linear. Entre as principais características extraídas das imagens estão a pressão da caneta, a inclinação das linhas, o espaçamento entre palavras e a regularidade dos traços. No caso dos desenhos em espiral, foram consideradas métricas como a diferença entre o traço realizado pelo paciente e o molde de referência, incluindo medidas estatísticas como RMS e desvio padrão. Já os dados clínicos forneceram informações demográficas e neurológicas associadas aos sintomas da DP.

Os resultados demonstraram que, ao serem analisadas isoladamente, as modalidades de escrita, dados clínicos e desenhos alcançaram acurácias de 92,28%, 80,7% e 77,4%, respectivamente. Quando combinadas, a fusão entre escrita e dados clínicos obteve uma acurácia de 93,2%, e, com a integração das três modalidades, o modelo atingiu um desempenho de 96%, evidenciando o potencial da abordagem multimodal para o diagnóstico preciso e precoce da doença de Parkinson.

O artigo *Diagnosing Parkinson's disease via behavioral biometrics of keystroke dynamics* (Tat *et al.*, 2025) tem como objetivo desenvolver um teclado inteligente sensível à pressão, denominado IKS (*Intelligent Keyboard System*), capaz de capturar biometria comportamental da digitação. A proposta

consiste em utilizar os dados gerados por esse dispositivo para diagnosticar sintomas motores da doença de Parkinson por meio de algoritmos de aprendizado de máquina.

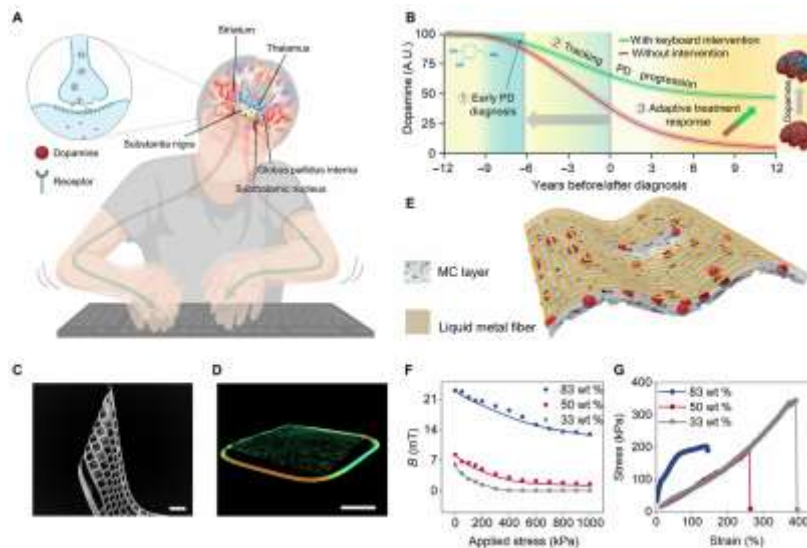
O teclado inteligente foi projetado com base no efeito magnetoelástico aplicado a materiais macios, possibilitando a conversão de sinais de pressão e tempo de digitação em sinais elétricos de alta fidelidade. Entre suas principais características, destacam-se, estrutura flexível, portátil e autossuficiente energeticamente, dispensando fontes externas de alimentação, impermeabilidade e biocompatibilidade, o que o torna adequado para uso contínuo, capacidade de detectar alterações motoras sutis nos dedos durante a digitação.

O IKS é capaz de registrar os seguintes parâmetros biométricos:

1. *Flight Time (FT)* – intervalo entre a liberação de uma tecla e o pressionamento da próxima;
2. *Hold Time (HT)* – tempo durante o qual a tecla é mantida pressionada;
3. Pressão aplicada sobre cada tecla.

A metodologia adotada incluiu a coleta de dados com 16 voluntários, sendo 3 diagnosticados com DP e 13 saudáveis. Cada participante realizou sessões de digitação de textos aleatórios com duração de um minuto. Os sinais gerados foram transformados em escalogramas utilizando a transformada *wavelet* contínua (CWT). Para a classificação automática dos padrões de digitação, foi empregada uma rede neural convolucional (CNN) com técnica de *transfer learning*.

Figura 4 - Um teclado inteligente magnetoelástico autoalimentado para diagnosticar DP. (A) Esquema do teclado inteligente proposto como ferramenta conceitual de diagnóstico para pacientes com DP. (B) Ilustração gráfica das alterações neurogenerativas com e sem resposta adaptativa ao tratamento. UA, unidade arbitrária. (C) Fotografia mostrando a flexibilidade do teclado inteligente. Barra de escala, 3 cm. (D) Micro-CT 3D de uma única tecla magnetoelástica. Barra de escala, 5 mm. (E) Projeto esquemático do teclado inteligente mostrando as camadas funcionais. (F) Variações do fluxo magnético sob estresse compressivo aplicado de diferentes concentrações micromagnéticas. (G) Curvas de tensão-deformação do filme magnetoelástico macio sob diferentes concentrações micromagnéticas.



Fonte: Tat *et al.* (2025)

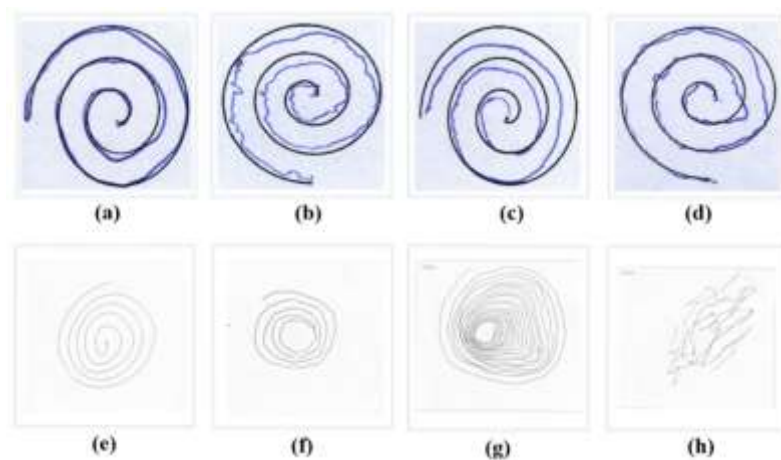
O processamento e visualização dos dados foram realizados por meio de um aplicativo móvel, responsável por armazenar e transmitir os dados em tempo real aos profissionais de saúde. Com o intuito de evitar viés devido ao pequeno número de amostras clínicas, os autores aplicaram diversas técnicas de aumento de dados, como inversão temporal e de amplitude, permutação e distorção temporal. Como resultado, o modelo atingiu uma acurácia média de 96,97% na predição da DP, superando modelos tradicionais como árvores de decisão e florestas aleatórias. Além disso, foi possível observar diferenças estatisticamente significativas entre pacientes com DP e indivíduos saudáveis em métricas como tempo de reação (RT), palavras por minuto (WPM) e caracteres por minuto (CPM).

Em conclusão, o sistema IKS demonstrou ser uma solução prática e acessível para o rastreamento contínuo e objetivo dos sintomas motores da doença de Parkinson, utilizando uma atividade cotidiana como a digitação. Trata-se de um avanço relevante na área de tecnologias vestíveis aplicadas à neurologia, com potencial para uso clínico e domiciliar.

O estudo desenvolvido por Li *et al.* (2022), teve como principal objetivo propor uma abordagem para o diagnóstico precoce da doença de Parkinson utilizando apenas imagens de espirais desenhadas à mão, sem a necessidade de dispositivos inteligentes ou guias visuais (*templates*). Além disso, os autores introduziram uma nova arquitetura de rede neural convolucional, denominada CC-Net (*Continuous Convolution Network*), especialmente projetada para aprimorar a extração de características relevantes como tremores, formato e espaçamento das linhas nos desenhos dos pacientes.

A metodologia consistiu na coleta de espirais desenhadas por 43 pacientes diagnosticados **com DP** e 43 indivíduos saudáveis, utilizando apenas caneta comum em papel A4, sem o uso de tablets, canetas digitais ou equipamentos especializados. As imagens foram posteriormente digitalizadas e submetidas a um conjunto de técnicas de pré-processamento, incluindo suavização, remoção de ruídos, binarização e aumento de dados, com o intuito de otimizar a qualidade visual dos traços analisados.

Figura 5 - (a) Desenhos de mãos de controles saudáveis no conjunto de dados Hand PD. (b) (c) (d) Desenhos de mãos de pacientes com DP no conjunto de dados Hand PD. (e) Desenhos de mãos de controles saudáveis em nosso conjunto de dados. (f) (g) (h) Desenhos de mãos de pacientes com DP em nosso conjunto de dados.



Fonte: Li *et al.* (2022)

A arquitetura da CC-Net foi baseada na estrutura da AlexNet, mas com modificações importantes, como a redução das camadas de *pooling* — procedimento adotado para evitar a perda de informações sutis presentes nas imagens, como pequenos tremores e variações no espaçamento. O modelo utiliza camadas convolucionais contínuas, capazes de preservar melhor os traços característicos da escrita manual de pacientes com Parkinson. A rede foi treinada para realizar uma classificação binária, distinguindo entre pacientes com DP e indivíduos saudáveis.

Os resultados obtidos com a CC-Net de três camadas convolucionais foram expressivos, apresentando:

- Acurácia média de 89,3%
- F1-Score de 0,925
- Coeficiente de Correlação de Matthews (MCC) de 0,733
- Área sob a curva ROC (AUC) de 0,934.

Tais resultados superaram o desempenho de redes tradicionais, como a AlexNet (81,5%) e a VGG16 (84,8%), na tarefa de classificação de imagens de espirais. Uma das conclusões mais relevantes do

estudo foi a constatação de que atributos visuais, como tremores e variações de espaçamento nas linhas, são mais eficazes para o diagnóstico da DP do que os atributos dinâmicos tradicionalmente utilizados, como velocidade e pressão de escrita. Entre as contribuições mais significativas do trabalho, destacam-se: a proposta de um modelo robusto e acessível para diagnóstico precoce, sem a necessidade de dispositivos eletrônicos específicos; a criação de um novo conjunto de dados com espirais desenhadas à mão sem guia visual, permitindo maior fidelidade à manifestação natural dos sintomas motores; e a demonstração de que atributos visuais simples, extraídos de imagens estáticas, são suficientes para diagnósticos eficazes, desde que analisados com redes convolucionais apropriadas.

Como conclusão, os autores ressaltam que a abordagem proposta se mostra promissora para o autodiagnóstico e a triagem remota da doença de Parkinson, sendo uma alternativa simples, acessível e eficaz. O trabalho representa um avanço relevante para o desenvolvimento de sistemas de apoio ao diagnóstico neurológico, especialmente em contextos com restrição de acesso a recursos tecnológicos avançados.

4. RESULTADOS

Nesta seção, busca-se organizar os principais achados da literatura revisada por meio de tabelas comparativas e descrições resumidas. Os objetivos são: mapear os algoritmos de Inteligência Artificial utilizados de acordo com o tipo de dado analisado (voz, escrita, *wearables* e imagem), apresentar o desempenho médio de cada abordagem, e identificar suas principais vantagens e limitações conforme descrito na literatura científica.

Esta revisão foi conduzida por meio de um levantamento sistemático da literatura científica em bases de dados consolidadas, como Scopus, PubMed, IEEE Xplore e Google Scholar. A busca foi direcionada a artigos publicados nos últimos 10 anos, com ênfase em estudos que aplicam técnicas de Inteligência Artificial no diagnóstico da doença de Parkinson. Foram considerados apenas trabalhos que utilizaram algoritmos de Aprendizado de Máquina e Aprendizado Profundo, com foco em dados extraídos de voz, escrita, imagens médicas e sensores vestíveis. Para garantir abrangência e especificidade, diferentes estratégias de busca foram adotadas conforme o tipo de dado analisado. Para dados de imagem, utilizou-se a combinação: (*images OR MRI OR "magnetic resonance imaging" OR neuroimaging*); para sensores vestíveis: (*Parkinson's disease OR PD*) AND (*early diagnosis OR early detection*) AND (*wearables OR wearable devices OR digital biomarkers*); para análise de voz: (*Parkinson's disease*) AND

(early diagnosis) AND (voice analysis OR speech analysis); e, no caso da escrita, foram aplicados os termos: (Parkinson's disease) AND (early diagnosis) AND (handwriting OR drawing OR keystroke dynamics).

Além da seleção dos estudos, foram analisadas as principais métricas de desempenho reportadas, como acurácia, sensibilidade, especificidade e área sob a curva ROC (AUC), com o objetivo de comparar a eficácia das diferentes abordagens propostas para o diagnóstico precoce da DP. Os primeiros resultados analisados referem-se às abordagens de IA que utilizam dados vocais no diagnóstico da doença de Parkinson.

Estudo	Tipo de Dados	Algoritmos Aplicados	Acurácia (%)	Outras Métricas	Vantagens	Limitações
Gradient Boosting for PD Diagnosis from Voice Recordings (2020)	Gravações da vogal /a/ (3 vezes por participante) com extração de 266 variáveis acústicas (jitter, shimmer, MFCCs, RPDE, DFA etc.)	LightGBM, XGBoost, Random Forest, SVM, KNN, LASSO, Regressão Logística	88,0 (LightGBM)	F1-score: 87,8% Sensibilidade: 87,2% Especificidade: 88,7% AUC: 0,951	- Algoritmo leve e rápido - Alta acurácia com apenas 7 variáveis	- Amostra pequena (80 pessoas) - Sem validação externa - Sem interpretabilidade direta
Explainable AI to Diagnose Early PD via Voice (2025)	81 gravações .wav (41 saudáveis, 40 com DP) com pré-processamento acústico (MFCCs, jitter, shimmer, HNR etc.) e espectrogramas	MLP + CNN + RNN + MKL (modelo híbrido) Outros testados: MLP, CNN, RNN, MKL isoladamente e em pares	91,11 (modelo campeão)	Precisão: 89,84% Recall: 92,50% F1-score: 91,13% AUC: 0,9125	- Modelo interpretável com SHAP - Scoring contínuo para rastrear progressão - Bom desempenho com dados reais	- Base pequena - Alta complexidade arquitetural - Generalização ainda não testada
Addressing Voice Recording Replications for Tracking PD (2016)	5875 gravações de voz replicadas ao longo de 6 meses (pacientes com DP, sem controle)	Regressão Bayesiana com variáveis latentes + LASSO	MAE (motor): 7,52 MAE (total): 9,64	RMSE: até 12,47 MRE: até 0,52	Primeira abordagem a modelar replicações e tempo Resultados confiáveis	Sem grupo controle Base fechada (AHTD) Ainda distante da precisão clínica (erro ideal: <5 UPDRS)

Evita inflar amostra artificialmente

Foram analisados os resultados das abordagens baseadas em Inteligência Artificial aplicadas ao diagnóstico da doença de Parkinson, com ênfase em dados provenientes de dispositivos vestíveis (*wearables*).

Estudo	Tipo de Dados	Algoritmos Aplicados	Acurácia (%)	Outras Métricas	Vantagens	Limitações
Domotics, Smart Homes, and Parkinson's Disease (Simonet & Noyce, 2021)	Dados coletados por sensores domésticos (movimento, câmeras, camas inteligentes, etc.) em ambientes reais. Inclui comportamento, mobilidade, sono e cognição.	Sem algoritmos específicos implementados; o estudo discute potencial de uso de IA e deep learning de forma geral.	-	-	- abrangente das aplicações de tecnologias residenciais inteligentes; - Ênfase na autonomia do paciente e cuidado contínuo; - Propostas de integração com reabilitação, feedback sensorial e alerta automático.	- Não apresenta validação experimental ou métricas quantitativas; - Discussão teórica sem testes de modelos de IA; - Falta de padronização e validação clínica.
Sensor-based gait analysis in the premotor stage of LRRK2 G2019S-associated Parkinson's disease (Sánchez-	Dados biomecânicos de marcha captados por 16 sensores inerciais (IMUs) distribuídos pelo corpo; Imagens DaT-SPECT para avaliação da captação dopaminérgica.	Rede Neural Artificial (2 camadas densas): - 1ª camada: 10 neurônios (ReLU) - 2ª camada: 5 neurônios (Softmax) Otimização com Adam + LOOCV	- 83% (DP vs. controles) - 82,5% (assintomáticos vs. controles) - 61% (LRRK2-PD vs. iPD)	Correlação entre tempo de passo e captação estriatal no DaT-SPECT ($r = -0.52$; $p < 0.01$)	- Análise quantitativa e detalhada com sensores corporais; - Primeira correlação entre marcha e DaT-SPECT em assintomáticos; - Uso efetivo de IA	- Tamanho amostral pequeno; - Não aplicou correção para comparações múltiplas; - Resultados com variabilidade elevada entre controles.

Rodríguez et al., 2022)	como ferramenta diagnóstica.								
Digital biomarkers for precision diagnosis and monitoring in Parkinson's disease (Sun et al., 2024)	Dados de voz, sono, movimento ocular, expressão facial, marcha, digitação, entre outros, coletados por dispositivos vestíveis, smartphones e sensores ambientais.	Algoritmos de aprendizado de máquina mencionados de forma geral; destaca-se o uso de reconhecimento facial com machine learning no estudo de Jin et al., com acurácia > 90%.	Até 94% (em tarefas de classificação de voz) > 90% (reconhecimento facial)		Avaliação de dinâmica de múltiplos sintomas motores e não motores com dispositivos digitais; Uso de inteligência artificial para quantificação de sinais precoces.	- abrangente e atualizada das possibilidades diagnósticas com biomarcadores digitais; - Integração com tecnologias móveis e domiciliares; - Ênfase em detecção precoce e monitoramento contínuo.	Visão e das diretamente com Limitações relacionadas à padronização, validação clínica e adesão dos pacientes; - Riscos de viés por tamanho amostral pequeno em alguns estudos citados.	- Não especifica os algoritmos utilizados em cada estudo analisado;	

A tabela comparativa das abordagens baseadas em imagens médicas:

Estudo	Tipo de Dados	Algoritmos Aplicados	Acurácia (%)	Outras Métricas	Vantagens	Limitações
Development and validation of the automated imaging differentiation in parkinsonism (AID-P): a multicentre machine learning study	RM ponderada por difusão (DWI), MDS-UPDRS III, sexo, idade	Máquina de Vetores de Suporte (SVM)	DP vs. Parkinsonismo Atípico: 91.49% (DWI + MDS-UPDRS III), 90.24% (DWI) - AMS vs. PSP: 80.13% (DWI + MDS-UPDRS III), 81.79% (DWI)	AUC: DP vs. Parkinsonismo Atípico: 0.962 (DWI + MDS-UPDRS III), 0.955 (DWI) -AMS vs. PSP: 0.897 (DWI + MDS-UPDRS III), 0.926 (DWI). -Sensibilidade e	Abordagem de imagem objetiva, validada e generalizável. -Maior coorte de parkinsonismo avaliada (1002 pacientes em 17 centros). -Completamente automatizado, não invasivo e	Diagnóstico baseado em critérios clínicos, não patológicos -Necessidade de avaliar pacientes em estágios iniciais ou com outras doenças que mimetizam parkinsonismo -Amostra menor para AMS e PSP

Archer et al. (2019)				Especificidade também calculadas.	rápido (menos de 12 min). -DWI superou a MDS-UPDRS III na diferenciação	-Requer consistência nos parâmetros de coleta da DWI
Towards accurate and unbiased imaging-based Differentiation of Parkinson's disease, progressive supranuclear palsy and Corticobasal syndrome	M ponderada em T1 (T1w) e RM ponderada por difusão (DWI); volume de substância cinzenta (SC), espessura cortical, anisotropia fracionária (FA), difusividade média (MD)	Máquina de Vetores de Suporte (SVM); Análise de Componentes Principais (PCA), Regiões de Interesse (ROI)	Validação Cruzada: GM volume + PCA: 82.54% - 90.33% (médias) DWI + PCA: 84.40% - 94.95% (médias) Validação Independente: GM volume + ROIs: 44.37% - 74.19% (médias) DWI + ROIs: 59.74% - 90.49% (médias)	Sensibilidade e Especificidade também calculadas.	Grupos de pacientes bem pareados (idade, sexo, movimento na RM, UPDRS-III) Controle rigoroso de artefatos de movimento. Uso de validação independente Comparação entre diferentes modalidades de RM e métodos de extração de características DWI mostrou boa acurácia e generalização para dados independentes	Estudo de centro único e amostra modesta Dados de difusão não corrigidos para distorções EPI Não pareado por MMSE Diagnóstico baseado em critérios clínicos, não histopatológicos Exclusão de pacientes com muito movimento pode enviesar a amostra
Correia et al. (2020)						
Integrative analysis of blood metabolomics and PET brain neuroimaging data for Parkinson's disease	Metabolômica de sangue (GC-MS), PET cerebral (FDOPA PET e FDG PET)	Máquina de Vetores de Suporte Linear (SVM), Random Forest	DP vs. Controles (Random Forest): FDOPA + metabolômica: 91.4% FDG + metabolômica: 77.3% Metabolômica: 80.0%	AUC (SVM): FDOPA + metabolômica: 0.98 FDG + metabolômica: 0.91. FDOPA: 0.94. FDG: 0.8.	Integração de dados diversos (metabolômica e PET) aumenta o poder discriminatório Fornece análises sobre mecanismos fisiopatológicos (estresse	Amostra limitada (60 pacientes PD, 15 controles) Necessita de validação adicional em outras cortes e inclusão de parkinsonismos atípicos. Foco na comparação de modalidades, não
Glaab et al. (2019)						

			FDOPA: 84.5% FDG: 73.1%.	Metabolômica: oxidativo, inflamação) Sensibilidade e Especificidade também calculadas.	no desenvolvimento de novo biomarcador. Metabolômica pode ser útil quando PET não está disponível.
--	--	--	---------------------------------	---	---

A tabela de comparação dos métodos de escrita:

Estudo	Tipo de Dados	Algoritmos Aplicados	Acurácia (%)	Outras Métricas	Vantagens	Limitações
Diagnosing Parkinson’s disease via behavioral biometrics of keystroke dynamics Tat et al. (2025)	Biometria da digitação (keystroke dynamics) via teclado inteligente (flight time, hold time, pressão)	CNN com <i>transfer learning</i>	96,97	Tempo de reação (RT), WPM, CPM	Solução portátil, não invasiva e de baixo custo; adequada para monitoramento domiciliar	Pequena amostra (3 pacientes com DP); dados coletados em ambiente controlado
Early diagnosis of Parkinson’s disease using Continuous Convolution Network Li et al. (2022)	Imagens digitalizadas de espirais desenhadas à mão (off-line, sem template)	Continuous Convolution Network (CC-Net)	89,3	F1-Score: 0,925 MCC: 0,733 AUC: 0,934	Não requer dispositivos eletrônicos; coleta simples com caneta e papel	Base de dados limitada; diagnóstico binário apenas
Parkinson’s disease prediction using handwriting and clinical data	Imagens de escrita e desenhos (espirais) + dados clínicos estruturados	CNN (ResNet) + Módulo de Atenção Multimodal + SVM (RBF)	96,0 (três modalidades combinadas) 92,3 (escrita) 80,7 (dados clínicos)		Fusão multimodal com atenção cruzada; alto desempenho; modelo robusto	Requer coleta de múltiplas modalidades; complexidade de integração

Benredjem et
al. (2025)

77,4 (desenhos)

4.1 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

5.1 VOZ:

De forma geral, os três estudos mostram que a análise automatizada da voz é uma ferramenta promissora para o diagnóstico precoce e o acompanhamento da doença de Parkinson. Métodos mais avançados, como *Deep Learning* e modelos bayesianos, trazem maior precisão e melhor interpretação clínica, enquanto modelos mais simples e rápidos continuam úteis para triagens iniciais.

5.2 WEARABLES:

Embora os artigos reconheçam os avanços obtidos, os autores também enfatizam as limitações atuais, como a falta de padronização entre dispositivos, dificuldades na análise e validação clínica dos dados e desafios relacionados à adesão dos pacientes. Ainda assim, o estudo conclui que os biomarcadores digitais representam uma ferramenta promissora e transformadora para a prática clínica na DP, especialmente quando combinados com algoritmos de inteligência artificial e plataformas de saúde digital.

5.3 ESCRITA/DESENHO:

Em comum, os três estudos enfatizam que sintomas motores finos, como tremores e lentidão na escrita ou digitação, podem ser detectados com alta precisão a partir de registros simples e acessíveis, como imagens ou sinais digitais. Além disso, cada proposta oferece vantagens distintas: portabilidade e monitoramento em tempo real, simplicidade de coleta em papel, e integração de múltiplas fontes clínicas.

5.4 IMAGEM:

Os estudos de Archer *et al.* (2019), Correia *et al.* (2020) e Glaab *et al.* (2019) apresentam avanços significativos na diferenciação e compreensão do Parkinson e doenças relacionadas, combinando tecnologias de neuroimagem, *machine learning* e análise metabólica. Em conjunto, esses estudos

evidenciam que a aplicação de *ML*, associada à integração de múltiplas modalidades diagnósticas, pode melhorar significativamente a precisão e a objetividade na diferenciação e compreensão do Parkinson e síndromes relacionadas, com potencial impacto direto na prática clínica.

5. PERSPECTIVAS FUTURAS E DESAFIOS

O futuro do diagnóstico da doença de Parkinson com IA aponta para a integração com tecnologias emergentes, como, IoT (Internet das Coisas): sensores inteligentes embutidos em dispositivos cotidianos (teclados, canetas, celulares) poderão transmitir continuamente dados clínicos para plataformas de análise remota. Realidade Aumentada e Realidade Virtual (AR/VR) onde poderão utilizar testes motores e cognitivos em ambientes simulados com a coleta de dados detalhados. À medida que os modelos se tornarem mais confiáveis e interpretáveis, poderão ser integrados a sistemas de prontuário eletrônico, ajudando médicos em decisões clínicas e no acompanhamento da resposta a terapias.

No entanto, essas inovações trazem desafios em relação a privacidade e segurança dos dados dos pacientes, validação clínica em larga escala, com populações diversas, a transparência e interpretabilidade dos modelos de IA, responsabilidade ética e jurídica em caso de falhas de diagnóstico e a equidade no acesso, para que essas tecnologias não ampliem desigualdades no atendimento à saúde.

Portanto, o avanço da IA no diagnóstico da DP deverá caminhar lado a lado com pesquisas clínicas robustas, regulação ética e inclusão digital, assegurando que os benefícios da tecnologia estejam alinhados com os princípios da medicina humanizada e preventiva.

REFERÊNCIAS

- PARKINSON'S UK. Types of Parkinson's. [S.l.], ago. 2023. Online. Disponível em: <https://www.parkinsons.org.uk/information-and-support/types-parkinsons>. Acesso em: 29 maio 2025.
- DAUER, W.; PRZEDBORSKI, S. Parkinson's disease: Mechanisms and models. *Neuron*, v. 39, p. 889-909, 2003.
- SAKAR, Betul Erdogan et al. Collection and analysis of a Parkinson speech dataset with multiple types of sound recordings. *IEEE Journal of Biomedical and Health Informatics*, v. 17, n. 4, p. 828-834, 2013.
- SCHAPIRA, A. H.; JENNER, P. Etiology and pathogenesis of Parkinson's disease. *Movement Disorders*, v. 26, p. 1049-1055, 2011.
- ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. doença de Parkinson: uma abordagem de saúde pública: resumo técnico. Genebra: Organização Mundial da Saúde, 2022. 32 p. Disponível em: https://www-who-int.translate.google.com/publications/i/item/9789240050983?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=pt&_x_tr_hl=pt&_x_tr_pto=tc. Acesso em: 19 maio 2025.
- DORSEY, E. R.; ELBAZ, A. Global, regional, and national burden of Parkinson's disease, 1990--2016: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2016. *The Lancet Neurology*, v. 17, n. 11, p. 939-953, 2018.
- POSTUMA, Ronald B. et al. MDS clinical diagnostic criteria for Parkinson's disease. *Movement Disorders*, v. 30, n. 12, p. 1591-1601, 2015.
- BARBOSA, E. R. et al. How I treat Parkinson's disease. *Arq Neuropsiquiatr*, v. 80, n. 5 Supl 1, p. 94-104, maio 2022.
- SEREY, Javier et al. Pattern Recognition and Deep Learning Technologies, Enablers of Industry 4.0, and Their Role in Engineering Research. *Symmetry*, v. 15, n. 2, p. 535, fev. 2023.
- DIXIT, Shriniket et al. A Comprehensive Review on AI-Enabled Models for Parkinson's Disease Diagnosis. *Electronics*, v. 12, n. 4, p. 783, fev. 2023.
- TOPOL, E. J. High-performance medicine: the convergence of human and artificial intelligence. *Nature Medicine*, v. 25, p. 44-56, 2019.
- FATIMA, Alvina et al. DASentimental: Detecting depression, anxiety and stress in texts via emotional recall, cognitive networks and machine learning. *Future Generation Computer Systems*, v. 135, p. 175-191, out. 2022.
- FONSECA, B. B.; BENITEZ, L. C. M.; OLIVA, Á. M. H. La estructura de desglose del trabajo como mecanismo viable para la generación de proyectos exitosos. *Serie Científica de la Universidad de las Ciencias Informáticas*, v. 12, n. 5, p. 63-75, 2019. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8590151>. Acesso em: 27 maio 2025.
- IBM. O que é deep learning? [2024?]. Disponível em: <https://www.ibm.com/br-pt/think/topics/deep-learning>. Acesso em: 29 maio 2025.

IZBICKI, Rafael; SANTOS, Tiago Mendonça dos. *Aprendizado de máquina: uma abordagem estatística*. 1. ed. S.l.: s.n., 2020. 272 p.

SHEN, M.; MORTEZAAGHA, P.; RAHGOZAR, A. Explainable artificial intelligence to diagnose early Parkinson's disease via voice analysis. *Scientific Reports*, v. 14, p. 6368, mar. 2024.

Prior, Fred; Virmani, Tuhin; Iyer, Anu; Larson-Prior, Linda; Kemp, Aaron; Rahmatallah, Yasir; et al. (2023). *Voice Samples for Patients with Parkinson's Disease and Healthy Controls*. figshare. Dataset. <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.23849127.v1>

PARSELMOUTH. Parselmouth: A Python interface to Praat. Disponível em: <https://parselmouth.readthedocs.io/en/stable/>. Acesso em: 28 maio. 2025.

SIMONETA, Cristina; NOYCE, Alastair J. Domotics, Smart Homes, and Parkinson's Disease. *Journal of Parkinson's Disease*, v. 11, p. S55-S63, 2021.

SÁNCHEZ-RODRÍGUEZ, Antonio et al. Sensor-based gait analysis in the premotor stage of LRRK2 G2019S-associated Parkinson's disease. *Parkinsonism and Related Disorders*, Amsterdam, v. 98, p. 21–26, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.parkreldis.2022.03.020>.

GLAAB, E. et al. Integrative analysis of blood metabolomics and PET brain neuroimaging data for Parkinson's disease. *Neurobiology of Disease*, v. 124, p. 555-562, 2019.

SILVA, Eduardo Henrique Franco Cahú da et al. O uso da Inteligência Artificial na doença de Parkinson. *Research, Society and Development*, v. 14, n. 1, e7214148011, 2025. DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v14i1.48011>.

ARCHER, Derek B. et al. Development and validation of the automated imaging differentiation in parkinsonism (AID-P): a multicentre machine learning study. *Lancet Digital Health*, v. 1, p. e222-e231, 2019. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S2589-7500\(19\)30105-0](https://doi.org/10.1016/S2589-7500(19)30105-0). Acesso em: 30 maio 2025.

SILVA, Thaiane Pereira da; CARVALHO, Claudia Reinoso Araujo de. doença de Parkinson: o tratamento terapêutico ocupacional na perspectiva dos profissionais e dos idosos. *Cad. Bras. Ter. Ocup.*, v. 27 (2), p. 331–344, 2019.

GONÇALVES, L. H. T.; ALVAREZ, A. M.; ARRUDA, M. C. Pacientes portadores da doença de Parkinson: significado de suas vivências. *Acta Paulista de Enfermagem*, v. 20, n. 1, p. 62–68, 2007.

AZEVEDO, Luciana Lemos de; CARDOSO, Francisco. Ação da levodopa e sua influência na voz e na fala de indivíduos com doença de Parkinson. *Revista da Sociedade Brasileira de Fonoaudiologia*, v. 14, n. 1, p. 21, 2009.

HORNE, R. I. et al. Discovery of potent inhibitors of α -synuclein aggregation using structure-based iterative learning. *Nature Chemical Biology*, v. 20, p. 634-645, 2024.

NATIONAL INSTITUTE OF NEUROLOGICAL DISORDERS AND STROKE (NINDS). *Deep Brain Stimulation for Movement Disorders*. [S. l.: s. n.], [s.d.]. Disponível em: https://www-ninds-nih-gov.translate.google/health-information/disorders/deep-brain-stimulation-movement-disorders?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=pt&_x_tr_hl=pt&_x_tr_pto=tc. Acesso em: 1 jun. 2025.

MSD MANUAL. doença de Parkinson. 2024. Disponível em: <https://www.msmanuals.com/pt/profissional/dist%C3%BArbios-neurol%C3%B3gicos/transtornos-de-movimento-e-cerebelares/doen%C3%A7a-de-parkinson>. Acesso em: 29 maio 2025.

BARBOZA, Victor. doença de Parkinson de início precoce. 2023. Disponível em: <https://victorbarboza.com.br/doenca-de-parkinson-de-inicio-precoce/>. Acesso em: 29 maio 2025.

REVISTA FISIOTERAPIA EM MOVIMENTO. Fatores que contribuem para o surgimento da doença de Parkinson precoce: evidências para qualificação da assistência de enfermagem. 2023. Disponível em: <https://revistaft.com.br/fatores-que-contribuem-para-o-surgimento-da-doenca-de-parkinson-precoce-evidencias-para-qualificacao-da-assistencia-de-enfermagem/>. Acesso em: 29 maio 2025.

ARTONI, A. A. Aplicação de aprendizado de máquina no auxílio ao diagnóstico do transtorno do espectro autista. 2024.

PRIMO, Pedro E. O. et al. Auxílio ao diagnóstico para predição de morte súbita em pacientes chagásicos a partir de dados clínicos: uma abordagem baseada em aprendizagem de máquina. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE COMPUTAÇÃO APLICADA À SAÚDE (SBCAS), 21., 2021, Evento Online. Anais [...]. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2021. p. 335–345. DOI: <https://doi.org/10.5753/sbcas.2021.16077>.

WURZEL, P.; MARTINS, M. O. Classificação de imagens de mamografia com Machine Learning no auxílio de diagnósticos de câncer de mama. *Disciplinarum Scientia | Naturais e Tecnológicas*, Santa Maria, v. 23, n. 2, p. 1–17, 2022. DOI: <https://doi.org/10.37779/nt.v23i2.4140>.

BANDEIRA, Anna Carolina Martins et al. O emprego da inteligência artificial/machine learning na detecção de depressão por meio de voz: uma mini revisão integrativa. *Revista Educação em Saúde*, v. 12, p. 91–97, 2024.

MELO, Mateus; GOUVEIA, Thiago. Classificação de sinais de voz para auxílio no diagnóstico da doença de Parkinson. *Revista Brasileira de Computação Aplicada*, v. 15, n. 2, p. 88–104, 2023.

VASCONCELOS, José Lucas Moura et al. O Papel da Inteligência Artificial como Ferramenta Diagnóstica na Medicina: Uma Revisão Sistemática. *Brazilian Journal of Implantology and Health Sciences*, v. 6, n. 9, p. 3308-3319, set. 2024. DOI: 10.36557/2674-8169.2024v6n9p3308-3319.

SUN, Y. M. et al. Digital biomarkers for precision diagnosis and monitoring in Parkinson's disease. *npj Digital Medicine*, v. 7, p. 218, 2024.

NARANJO, Lizbeth; PÉREZ, Carlos J.; MARTÍN, Jacinto. Addressing voice recording replications for tracking Parkinson's disease progression. *Medical and Biological Engineering and Computing*, [s.v.], [s.n.], p. [páginas], 2016. DOI: 10.1007/s11517-016-1512-y.

CORREIA, Marta M. et al. Towards accurate and unbiased imaging-based differentiation of Parkinson's disease, progressive supranuclear palsy and corticobasal syndrome. *Brain Communications*, [s. l.], v. 2, n. 1, p. 1-18, 27 abr. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/braincomms/fcaa051>. Acesso em: 2 jun. 2025

BENREDJEM, Sabrina et al. Parkinson's disease prediction: an attention-based multimodal fusion framework using handwriting and clinical data. *Diagnostics*, v. 15, n. 4, p. 1–19, 2025. DOI:

<https://doi.org/10.3390/diagnostics15010004>. Disponível em:
<https://www.mdpi.com/diagnostics/diagnostics-15-00004>. Acesso em: 2 jun. 2025.

TAT, Trinny et al. Diagnosing Parkinson's disease via behavioral biometrics of keystroke dynamics. *Science Advances*, v. 11, eadt6631, 2025. DOI: <https://doi.org/10.1126/sciadv.adt6631>. Disponível em:
<https://www.science.org/doi/10.1126/sciadv.adt6631>. Acesso em: 2 jun. 2025.

LI, Zhu et al. Early diagnosis of Parkinson's disease using Continuous Convolution Network: Handwriting recognition based on off-line hand drawing without template. *Journal of Biomedical Informatics*, v. 130, p. 104085, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jbi.2022.104085>. Acesso em: 2 jun. 2025.

AMFT, O.; LUKOWICZ, P. From backpacks to smartphones: past, present, and future of wearable computers. *IEEE Pervasive Computing*, [S. l.], v. 8, n. 3, p. 8-13, jul./set. 2009.

Capítulo 2



10.37423/250610072

MODELAGEM FÍSICO-MATEMÁTICA TERRITORIAL E AMBIENTAL DO CASO DE PINHEIRINHO E SEUS DIREITOS REAIS

Diego Kellermann Hurtado

Universidade Federal de Santa Maria

Alfeu de Arruda Souza

Universidade Federal de Santa Maria



Resumo: A modelagem físico-matemática é muito utilizada quando se tem em questão áreas delimitadas. O presente artigo visa abordar o caso conhecido como Pinheirinho sob a ótica das implicações territoriais e sobre a utilização da modelagem para parâmetros ambientais e territoriais.

Objetivo: O objetivo deste estudo é analisar a implicação e aplicação da modelagem físico-matemática no âmbito territorial o caso prático, no caso, a desocupação da área conhecida como Pinheirinho, no Estado de São Paulo - SP.

Referencial Teórico: Como referencial teórico, o presente artigo lastreou-se em extensa bibliografia, tanto da área jurídica, quanto interdisciplinar e também notícias acerca da situação, em especial as disponibilizadas na *World Wide Web (WWB)*.

Método: Esta pesquisa utilizou, prioritariamente, o método dedutivo, ao tentar esclarecer, ao menos razoavelmente, as questões relativas ao uso da modelagem físico-matemática para análise territorial e implicações legais da desapropriação. Para atingir tais objetivos, serão abordados, através de uma breve explanação, os assuntos que deram origem a esta pesquisa, dentre eles a situação da reintegração do Pinheirinho e os institutos dos direitos reais, além da disposição constitucional da função social da propriedade.

Resultados e Discussão: A avaliação acerca da valoração dos princípios que regem a administração pública face a efetivação da função social da sociedade foram preponderantes na análise do caso prático, acerca da desocupação da área conhecida como Pinheirinho. Tal fato, gerou um precedente jurisprudencial que poderá, a depender da situação analisada, ser seguido pelo próprio Tribunal ou por outros Tribunais do país quando da análise de casos semelhantes.

Implicações da Pesquisa: A presente pesquisa evidenciou o descompasso entre as decisões adotadas pelo Tribunal paulista quando comparadas com a legislação que aborda e regula o tema específico acerca dos processos de desapropriações e implicações no Direito das Coisas.

Originalidade/Valor: O estudo contribui tanto para a ciência jurídica quanto a multidisciplinar ao analisar à luz da legislação pátria, as implicações jurídicas e sociais, bem como a valoração e incidência de princípios constitucionais, a exemplo da função do social da propriedade, na análise de casos práticos.

Palavras-chave: modelagem físico-matemática; meio ambiente; desapropriação; função social da propriedade.

1 INTRODUÇÃO

O cerne do presente trabalho originou-se, juntamente com o direito das coisas, mais especificamente quanto à posse e propriedade, da polêmica desocupação da área conhecida como Pinheirinho, em São Paulo, que agitou o país, inflamando discussões, especialmente no campo das ciências jurídicas, acerca da legitimidade e da legalidade da situação.

A grande questão suscitada no debate relacionado à reintegração de posse ocorrida nessa situação, e que será analisada por este artigo, é se a função social da propriedade deve preponderar em todos os momentos, mesmo quando está em jogo a legalidade e impessoalidade por parte do estado e a possibilidade de abertura de precedentes que poderiam gerar um caos social inimaginável.

Pretende-se, utilizando-se prioritariamente do método dedutivo, tentar esclarecer, ao menos razoavelmente, esta questão. Para tal, irá ser feita uma breve explicação dos assuntos que deram origem a esta pesquisa, os quais são a situação da reintegração do Pinheirinho e institutos dos direitos reais, além da disposição constitucional da função social da propriedade, bem como a apresentação de casos semelhantes, para que se possa fazer um comparativo das situações.

Assim, examinando estas questões, pretende-se chegar a uma possível resposta para a discussão atinente a este caso, que é a de que houve a relativização da função social da propriedade na presente situação.

2 DOS DIREITOS REAIS

Antes de se falar sobre o assunto principal deste trabalho, faz-se necessário o esclarecimento, ao menos em rápidas pinceladas, de algumas questões atinentes aos direitos reais, para que se possa melhor compreender do que trata o presente artigo.

2.1 DA PROPRIEDADE

A propriedade, seja de coisa corpórea ou incorpórea, existe desde que o ser humano se organizou em sociedade. O conceito da ligação existente entre uma pessoa e algo que lhe pertence é assaz difícil de ser explicado, já que isto se vislumbra e se sente no cotidiano e assim ocorre desde o início da civilização. Ademais, em virtude da divergência de culturas e costumes, cada local conceitua a propriedade de uma forma diferente.

Pode-se, no entanto, fazer uma tentativa de explicar o significado de propriedade através dos dizeres de Cunha Gonçalves:

O direito de propriedade é aquele que uma pessoa singular ou coletiva efetivamente exerce numa coisa determinada em regra perpetuamente, de modo normalmente absoluto, sempre exclusivo, e que todas as outras pessoas são obrigadas a respeitar. (GONÇALVES).

O Código Civil brasileiro não conceitua a propriedade e, talvez aceitando a dificuldade que isto ensejaria, opta por apenas citar os poderes que dela decorrem, ou seja, os poderes que tem o proprietário: *O proprietário tem a faculdade de usar, gozar, dispor da coisa, e o direito de reavê-la do poder de quem quer que injustamente a possua ou detenha.* (BRASIL1, 2012).

A partir disso, faz-se necessário analisar aquilo que o proprietário pode fazer para exercer plenamente seus poderes. Quanto ao primeiro poder supracitado, este consiste em utilizar-se de sua propriedade da maneira que achar melhor, extraindo dela todos os benefícios possíveis, sem alterá-la em sua substância. Pode, também, apenas manter a coisa inerte em seu poder, sem dela fazer uso, pois, como já mencionado, quem decide o que será feito da coisa é o proprietário. Logicamente, devem sempre ser respeitadas as limitações legais existentes e o importantíssimo preceito constitucional da função social da propriedade.

Já quanto ao poder de gozo, quer dizer que o proprietário pode fazer frutificar a coisa, percebendo os rendimentos que dela derivam, sejam eles naturais ou civis, lucrando, dessa forma, economicamente com seus produtos. Tudo aquilo que provém da coisa, ao seu proprietário pertence.

O direito de dispor é aquele que permite ao proprietário transferir a coisa, gravá-la de ônus e de aliená-la a outrem, não interessando qual seja a contrapartida. No entanto, não pode o proprietário simplesmente destruir a coisa, se esta for considerada importante ao bem-estar da sociedade. Deve-se sempre atentar aos princípios constitucionais que fazem referência a este instituto. Pode-se dizer que, em alguns casos, o proprietário não é único e absoluto, sendo a coisa que, em tese, é de sua propriedade, também o seja da sociedade como um todo, observando sua importância aos demais membros da população.

O quarto poder mencionado, o de buscar a coisa de quem a detenha de forma ilegal, refere-se aos atos de que se pode valer o proprietário para recuperar aquilo que lhe foi tomado sem sua autorização. Existem mecanismos para exercer este tipo de poder e estes estão explicitamente descritos na legislação.

2.2 DA POSSE

Talvez a posse seja ainda mais difícil de conceituar que a propriedade, tendo em vista a vasta e divergente bibliografia que versa sobre o tema. Há muitas terminologias, seja na própria lei, seja nos estudos propostos acerca da posse, o que faz com que existam, assim, diferentes conclusões e pensamentos.

No entanto, as teorias que explicam a posse podem ser divididas em dois grupos principais: o das teorias subjetivas e o das teorias objetivas. No primeiro caso, temos Savigny como grande expoente e seu pensamento, em suma, caracteriza-se pela soma de dois elementos, quais sejam: o *corpus*, que consiste na detenção material da coisa, e o *animus*, que é a vontade de exercer um poder sobre a coisa em seu próprio interesse, agindo como se fosse o titular da propriedade. Este pensamento sofreu muitas críticas devido ao fato de não fazer alusão ao *animus domini*, a intenção de ser dono, dificultando sobremaneira a defesa da posse daqueles que, em tese, teriam esse direito de se defender, como o locatário e o usufrutuário que, nesta teoria, ficam desamparados, visto que não possuem essa vontade de ser dono da coisa.

Já a teoria objetiva, que tem como principal representante Ihering, recebe este nome, pois não dá ao *animus* a mesma importância que Savigny dá à sua teoria. Para ele, a posse existe se o proprietário age como se dono da coisa fosse, ou seja, o elemento não é subjetivo, bastando que se observe a conduta de quem está na posse da coisa.

A definição dada pela legislação ao possuidor, no Código Civil brasileiro, em seu artigo 1.196, é a seguinte: *Considera-se possuidor todo aquele que tem de fato o exercício, pleno ou não, de algum dos poderes inerentes à propriedade.*

O direito brasileiro protege a posse, não apenas aquela que deriva do direito de propriedade, como também a que existe independentemente de título. Desta maneira ocorre, pois, como em todas as situações abrangidas pela legislação, o que se procura é evitar conflitos e manter a paz social, e, nesse caso, há uma proteção a uma situação de fato que tem aparência de direito.

Assim, se alguém se instala em determinado imóvel e lá fica, sem contestação, mansa e pacificamente, por mais de um ano e um dia, fica protegido pela legislação, haja vista a situação acima descrita, para que se mantenha a paz nas relações sociais. Neste caso, tem-se a *jus possessionis*, também chamada de posse formal, não havendo, nesta situação, qualquer tipo de título possessório. Há, na posse formal, a proteção contra terceiros e até mesmo o proprietário, na qual quem tem a posse somente a

perderá mediante determinação judicial, porém, enquanto isso, mantém-se a situação original. Por outro lado, quando há posse mediante a existência de título que a isso permita, ocorre a *jus possidendi*, ou posse causal.

Portanto, se o possuidor não for realmente o titular, tem-se duas situações: ou o verdadeiro titular se abstém de defender o seu direito, fazendo com que se consolide a situação presente do possuidor sem título, que, futuramente, poderá gerar a sua aquisição do imóvel em que se encontra, através da usucapião; ou o real titular busca a coisa, através dos meios judiciais que lhe são autorizados, como, por exemplo, a ação reivindicatória. Enquanto não defender o seu direito, nada ocorre, ficando o atual possuidor em poder da coisa, permanecendo a situação tal como está, em virtude da já mencionada paz social.

2.3 DO ESBULHO

Ocorre o esbulho quando, através de violência, clandestinidade ou abuso de confiança, o possuidor se vê privado da posse, ou seja, ele a perde contra sua vontade. Seja qual for a forma como ocorre, o possuidor tem direito a ajuizar ação de reintegração contra quem lhe destituiu da posse, tendo em vista ser esta uma das defesas a que lhe cabe legalmente para reconstituir a situação anterior à agressão.

A turbação, diferentemente do que ocorre com o esbulho, é um ato que obstaculiza o livre exercício da posse, mas não destitui o possuidor. Tem-se, neste caso, como ato de defesa, a ação de manutenção, já que não foi perdida a posse.

Em suma, pode-se dizer que, na turbação, a posse resta prejudicada, mas não é retirada; e no esbulho, o possuidor perde a posse contra sua vontade.

Há, no Código Civil brasileiro, em seu artigo 1.210, menção às duas situações supracitadas: *O possuidor tem direito a ser mantido na posse em caso de turbação, restituído no de esbulho, e segurado de violência iminente, se tiver justo receio de ser molestado.*

Ainda, quanto a estas questões, pode-se referir Carlos Roberto Gonçalves, que corrobora com o já mencionado:

‘O esbulho é a mais grave das ofensas, porque despoja da posse o esbulhado, retirando-lhe por inteiro o poder de fato que exercia sobre a coisa e tornando assim impossível a continuação do respectivo exercício.’ (GONÇALVES, 2010).

2.4 DA DESAPROPRIAÇÃO

A desapropriação de determinado imóvel é uma forma involuntária de perda de domínio, desde que haja a devida compensação ao proprietário, que pode ocorrer por diversos motivos.

Diz o eminente professor José Cretella sobre esta questão:

“Desapropriação é o procedimento complexo de direito público, pelo qual a Administração, fundamentada na necessidade pública, na utilidade pública ou no interesse social, obriga o titular de bem, móvel ou imóvel, a desfazer-se desse bem, mediante justa indenização paga ao proprietário”. (CRETELLA, 1980).

Há, também, expressa menção na legislação brasileira quanto ao instituto da desapropriação, como nos artigos 1.275 do Código Civil, em que diz que se perde a propriedade “por desapropriação” e, também, no artigo 1.228, § 3º, nos seguintes termos: *O proprietário pode ser privado da coisa, nos casos de desapropriação, por necessidade ou utilidade pública ou interesse social, bem como no de requisição, em caso de perigo público iminente.*

Cabe mencionar o parágrafo 4º, do mesmo artigo supracitado:

“O proprietário também pode ser privado da coisa se o imóvel reivindicado consistir em extensa área, na posse ininterrupta e de boa-fé, por mais de cinco anos, de considerável número de pessoas, e estas nela houverem realizado, em conjunto ou separadamente, obras e serviços considerados pelo juiz de interesse social e econômico relevante.”

Existe, ainda, disposição constitucional quanto à desapropriação. Lemos, no artigo 5º, XXIV da Carta Magna:

“A lei estabelecerá o procedimento para desapropriação por necessidade ou utilidade pública, ou por interesse social, mediante justa e prévia indenização em dinheiro, ressalvados os casos previstos nesta Constituição”. (BRASIL2, 2012)

Portanto, a partir da análise destes artigos da lei brasileira, pode-se inferir que a desapropriação é um instrumento de que faz uso o Poder Público, no interesse social, para retirar o domínio de certa propriedade, por certo motivo. É a transferência forçada de propriedade, que sai da esfera particular, passando para a Administração ou suas concessionárias.

A necessidade pública, referida no dispositivo constitucional, aparece quando o Poder Público enfrenta problemas que somente podem ser sanados com a transferência de bens particulares para o

domínio da Administração. A utilidade pública ocorre quando a utilização de bens particulares convém aos interesses governamentais, no entanto, não podem ser ditos imprescindíveis, nesse caso. Já o interesse social surge quando a transferência da propriedade ao Poder Público é medida que se impõe na resolução de problemas sociais criados pelo bem particular como, por exemplo, para melhor distribuição de renda, pela atenuação das desigualdades socioeconômicas ou para que melhor aproveitado seja o local na produtividade de benefícios para a comunidade, entre outros.

Portanto, observa-se que esta é uma clara limitação ao direito de propriedade, em virtude da prevalência do interesse social sobre o individual, tão mencionado atualmente.

3.0 DA QUESTÃO CONSTITUCIONAL

3.1 ETIOLOGIA HISTÓRICA DA PROPRIEDADE

Nos tempos primitivos, os seres humanos possuíam uma conduta pautada em seus instintos. O que se destacava era a luta pela sobrevivência. Como sublinha Rizzardo (2006, p. 173) *talvez justamente a luta pela subsistência foi que determinou a formação de um sentimento bem primário sobre a propriedade*. Num primeiro momento protegia-se o local do abrigo, mais tarde essa proteção avançou até os campos onde se localizavam os alimentos. Contudo, o que persistia era uma noção de propriedade coletiva.

Em Roma, para Rizzardo (2006) a propriedade tem caráter absoluto, já segundo Farias e Rosenvald citando Maria Cristina Pezella *revela que desde o início do processo de civilização da sociedade romana pode se observar a clara submissão do exercício da propriedade ao interesse social* (2009, p.164). O interesse social esteve constantemente acima do interesse individual. Pois se observava as servidões, o poderio dos senhores sobre seus escravos e os direitos de vizinhança, configurando-se assim um prelúdio da concepção da função social da propriedade.

Segundo Rizzardo (2006, p. 174), *na Idade Média, formou-se o regime feudal com a concentração dos bens em mãos de poucas pessoas*. O suserano e seu vassalo viviam em uma correlação, este ganhava terras, objetos materiais e em contrapartida era fiel e prestava tutela àquele, real proprietário dos bens.

Com o advento da Revolução Francesa a propriedade foi democratizada, suprimindo vantagens e regalias até então perduráveis. No Liberalismo Clássico a propriedade privada era considerada precipuamente como um direito fundamental, consolidado nos poderes do *jus utendi*, *jus fruendi* e *jus*

abutendi, podendo reclamá-la caso alguém a possua de modo errôneo, devendo o domínio do proprietário ser respeitado. Como dispõe Farias e Rosenvald

A propriedade será alcançada segundo a capacidade e esforço de cada um e, na forma da Declaração dos Direitos do Homem e do Cidadão de 1789, terá a garantia da exclusividade dos poderes de seu titular, como asilo inviolável e sagrado do indivíduo. (...) Dentre os direitos naturais e inalienáveis da pessoa, o mais significativo era a propriedade. (FARIAS E ROSENVALD, 2009, p. 165).

No Brasil a propriedade apresenta um caminhar dentro do ordenamento constitucional, com bases na concepção clássica, com direitos ao proprietário, mas também observando o interesse coletivo, ou seja, sua função social, não sendo possível se falar em direito absoluto. O direito de plena propriedade encontra-se desde a Constituição de 1824 em seu artigo 179, inciso XXII, já observando a possibilidade do proprietário ser desapropriado por necessidade ou utilidade pública mediante indenização.

Na atual Constituição Brasileira o direito à propriedade encontra-se no *caput* do artigo 5º e em seu inciso XXII e também no artigo 170, inciso II, onde trata dos princípios da ordem econômica e financeira.

3.2 A FUNÇÃO SOCIAL DA PROPRIEDADE

Conforme assevera Farias e Rosenvald (2009) função social provem do latim *functio*, no sentido de que se deve obedecer, executar uma determinada obrigação ou ação. A função social da propriedade possui seu cerne filosófico em compte no alcance em que busca explicitar uma harmonização entre o interesse singular, particular, principal ator da ordem liberal, juntamente com o interesse coletivo, social. Com a vinda do Estado Social esse interesse coletivo ganhou novas formas de subsistência, análogo a direito a previdência, transporte, saúde, educação, mostrando um aumento da intervenção estatal no dinamismo econômico.

A Constituição vigente introduz a função social da propriedade no artigo 5º inciso XXIII: *A propriedade atenderá sua função social*, considerando-o direito e garantia individual e moldando-o como princípio de ordem econômica, seja no âmbito da propriedade urbana, seja na rural.

O Código Civil atual vem abraçar essa função social em especial nos §§1º, 2º e 3º do artigo 1.228, onde há a inclusão da propriedade nas restrições determinadas pelo bem comum da sociedade. Fica-se explícito que a propriedade necessitará buscar a sua função social, variando-se esta no destino em que o uso da propriedade se finalizará.

A partir dessa estampa coletiva, a função social sofre uma alteração tanto no âmbito individual quanto no âmbito público-estatal. A propriedade não está mais limitada apenas aos bens corpóreos, aparecem agora propriedades especiais, onde os direitos do singular são tolhidos da perspectiva do simples mérito de capital e trabalho, pela incorporação gratuita do coletivo. O Estado, ao tutelar o coletivo, surge como um protetor das novas propriedades constitucionais obtendo essa tutela a extensão de agora.

A função social na pós-modernidade favorecesse-se de princípios concernentes às demais regulamentações, como a responsabilidade civil e o enriquecimento sem causa. Dessa forma, uma empresa que auferir lucros com atividades prejudiciais ao meio ambiente e à saúde da população deixa de cumprir sua função social, havendo uma quebra da harmonização do direito de vizinhança. Farias e Rosenvald assim sublinham:

As restrições ao direito de propriedade são normas de direitos de vizinhança (art. 1.277 do CC) e direito administrativo. Referidas compressões ao exercício das faculdades do domínio emanam de imposições que objetivam evitar o exercício anormal do direito de propriedade e possuem conteúdo negativo no sentido de sacrificar a sua extensão, ao impedir que proprietários possam prejudicar direitos de outros proprietários ou interesses urbanísticos. (FARIAS E ROSENVALD, 2009, p. 205 e 206).

Ainda, segundo Farias e Rosenvald (2009) as atividades patrimoniais devem estar sujeitas aos direitos fundamentais, sendo que estes devem transitar livremente entre o sistema jurídico propriamente dito e os metajurídicos, convergindo para o fim onde emanam as exigências de ordem social.

Sendo assim, como afirma Pilati (2011), a função social não se exaure apenas no sentido de princípio e sanção, não podendo permanecer no atrelamento particular *do voluntarismo estatal, e muito menos da interpretação de normas e contratos. A sua eficácia, e mais do que isso, a sua efetividade, dependem de meios adequados de exercício de tutela.* (PILATI, 2011, p. 116)

Como bem asseveram Farias e Rosenvald (2009)

“qualquer atuação inferior ao patamar da função social será interpretada como abuso do direito de propriedade. Como princípio, a função social encerra um mandamento de otimização, um ponto de partida capaz de determinar que a propriedade realize-se da melhor forma possível, conforme os valores e interesses metaindividuais verificáveis em determinada época e lugar. A função social, portanto, é princípio básico que incide no próprio conteúdo do direito de propriedade, somando-se às

quatro faculdades conhecidas (usar, gozar, dispor e reivindicar)”. (FARIAS E ROSENVALD, 2009, p. 207).

Deste modo, reitera-se que ao se tratar de propriedade deve-se, o direito, estar atrelado, impregnado de um desígnio, ou seja, uma função social que integre e seja necessária à sua adequada essência. Não devendo perdurar nenhum esforço no que se refere à utilização desse direito com objetivos escusos e prejudiciais ao coletivo.

Nos tempos primitivos os seres humanos possuíam uma conduta pautada em seus instintos. O que se destacava era a luta pela sobrevivência. Como sublinha Rizzardo (2006, p. 173) *talvez justamente a luta pela subsistência foi que determinou a formação de um sentimento bem primário sobre a propriedade*. Num primeiro momento protegia-se o local do abrigo, mais tarde essa proteção avançou até os campos onde se localizavam os alimentos. Contudo, o que persistia era uma noção de propriedade coletiva.

Em Roma, para Rizzardo (2006) a propriedade tem caráter absoluto, já segundo Farias e Rosenvald citando Maria Cristina Pezella *revela que desde o início do processo de civilização da sociedade romana pode se observar a clara submissão do exercício da propriedade ao interesse social* (2009, p.164). O interesse social esteve constantemente acima do interesse individual. Pois se observava as servidões, o poderio dos senhores sobre seus escravos e os direitos de vizinhança, configurando-se assim um prelúdio da concepção da função social da propriedade.

Segundo Rizzardo (2006, p. 174), *na Idade Média, formou-se o regime feudal com a concentração dos bens em mãos de poucas pessoas*. O suserano e seu vassalo viviam em uma correlação, este ganhava terras, objetos materiais e em contrapartida era fiel e prestava tutela àquele, real proprietário dos bens.

Com o advento da Revolução Francesa a propriedade foi democratizada, suprimindo vantagens e regalias até então perduráveis. No Liberalismo Clássico a propriedade privada era considerada precipuamente como um direito fundamental, consolidado nos poderes do *jus utendi, jus fruendi e jus abutendi*, podendo reclamá-la caso alguém a possuís de modo errôneo, devendo o domínio do proprietário ser respeitado. Como dispõe Farias e Rosenvald

A propriedade será alcançada segundo a capacidade e esforço de cada um e, na forma da Declaração dos Direitos do Homem e do Cidadão de 1789, terá a garantia da exclusividade dos poderes de seu

titular, como asilo inviolável e sagrado do indivíduo. (...) Dentre os direitos naturais e inalienáveis da pessoa, o mais significativo era a propriedade. (FARIAS E ROSENVALD, 2009, p. 165).

No Brasil a propriedade apresenta um caminhar dentro do ordenamento constitucional, com bases na concepção clássica, com direitos ao proprietário, mas também observando o interesse coletivo, ou seja, sua função social, não sendo possível se falar em direito absoluto. O direito de plena propriedade encontra-se desde a Constituição de 1824 em seu artigo 179, inciso XXII, já observando a possibilidade do proprietário ser desapropriado por necessidade ou utilidade pública mediante indenização.

Na atual Constituição Brasileira o direito à propriedade encontra-se no *caput* do artigo 5º e em seu inciso XXII e também no artigo 170, inciso II, onde trata dos princípios da ordem econômica e financeira.

4. O CASO PINHEIRINHO

4.1 HISTÓRICO

O “Pinheirinho” trata-se de uma área particular, objeto de litígio, localizada no Município de São José dos Campos, no estado de São Paulo. Com uma área de aproximadamente 1,3 Milhão de metros quadrados (FOLHA, 2012) a propriedade abrigava cerca de mil e quinhentas famílias, há cerca de mais de 10 anos quando ocorreu a invasão irregular do local. (G1, 2012).

Segundo a pesquisadora Valéria Zanetti de Almeida, professora de história da Universidade do Vale do Paraíba (Univap), através de uma pesquisa histórica acerca da área, há pelo menos três versões sobre a posse e propriedade do Pinheiro (a quais estão sendo investigadas pela *Fundação Cultural Cassiano Ricardo*). *Conforme a pesquisadora a área* pertencia a uma família de alemães que foram brutalmente assassinados no final de década de 1969. Paulo Romano, também pesquisador da Univap, noticiara que como não havia herdeiros a área fora incorporada pelo estado de São Paulo e no governo de Paulo Egydio Martins fora requerida a desapropriação da terra e quando começou a surgir os questionamentos sobre o caso. (G1, 2012).

Apesar da controvérsia sobre a propriedade, esta foi adquirida em 1981 e passou a incorporar o patrimônio da Selecta Holding, que tinha por principal acionista o especulador Naji Robert Nahas. (CARTA, 2012). Em 2004, conforme dados do Sindicato dos Advogados de São Paulo (SASP) a área era um imenso vazio, e centenas de moradoras que foram despejados de um terreno próximo passaram a ocupar a área do Pinheirinho. (SASP, 2012). No mesmo ano a massa falida da Selecta Holding

ingressara na Justiça pleiteando a reintegração de posse do local através do processo nº 0273059-82.2005.8.26.0577 da 6ª Vara Cível de São José dos Campos.

Conforme a tramitação processual, uma liminar foi inicialmente indeferida em 2005 pelo juiz da 6ª Vara Cível de São José dos Campos à época. Mas em 2011 foi concedida pela juíza Márcia Loureiro sendo objeto do Agravo de instrumento nº 0276288-25.2011.8.26.0000, 16ª Câmara de Direito Privado do TJ/SP.

4.2 DA QUESTÃO JURÍDICA NO CASO PINHEIRINHO

Analisando a partir da esfera Jurídica, constata-se diversos problemas do ponto de vista estritamente jurídico. O primeiro aspecto que fora observado, tratando-se do caso em tela, há divergências de como o terreno passou a ser de propriedade da empresa Selecta.

Conforme já mencionado pela pesquisadora Valéria Zanetti, a área pertencia a uma família alemã assassinada em 1969 em circunstâncias até hoje não esclarecidas e que não deixou herdeiros. Tratando-se de herança vacante, o domínio da área deveria ter passado ao Município (art. 1.822, CC). Assim, há indícios que poderia ter havido fraude na escritura do terreno. (BRASILIA, 2012).

O segundo se refere à distinção entre os conceitos jurídicos de posse e propriedade. A matrícula de um imóvel serve apenas para comprovar a sua propriedade e não a sua posse. Juridicamente, o exercício de atos concretos de posse é requisito indispensável às ações possessórias (art. 927, CPC). De acordo com o conteúdo que consta nos autos processuais e no rol de notícias trabalhadas referentes ao presente caso, em momento algum a empresa Selecta exerceu de fato a posse do terreno. Ainda, a ordem de reintegração de posse foi concedida em medida liminar. O artigo 924 do CPC estipula que essa medida só é cabível dentro do período de ano e dia do esbulho. A ocupação do Pinheiro ocorreu há quase 8 anos.

Como já mencionado, asseveram os autores Farias e Rosenvald (2009) que “qualquer atuação inferior ao patamar da função social será interpretada como abuso do direito de propriedade.”. O direito de propriedade assumiu um novo enfoque desde a promulgação da Constituição Federal de 1988, passando a ser condicionado ao cumprimento de sua função social (art. 5º, XXIII, CF).

Assim, caso a propriedade não cumpra a sua função social, não poderá ser objeto das garantias judiciais correspondentes. Até então o TJ/SP havia decidido nesse sentido. Segundo as partes envolvidas no litígio, surge a questão de que haveria fortes indícios de que tenha ocorrido perda da propriedade por abandono (art. 1.275, III, CC). A lei estipula que se presumirá de modo absoluto a

intenção de abandono quando, cessados os atos de posse, deixar o proprietário de satisfazer os ônus fiscais (art. 1.276, §2º, CC).

No caso do Pinheirinho, a Holding Selecta possui uma dívida de milhões de reais junto à Prefeitura de São José dos Campos, em decorrência do Imposto Predial e Territorial Urbano, também objeto de litígio. (UOL, 2012). Assim, ao observar estritamente a questão da posse/propriedade sem analisar outros fatores, seriam muitos os dispositivos jurídicos que impunham uma decisão judicial diversa da que foi concedida pela juíza Márcia Loureiro.

A União Federal mostrou intenção em participar na questão da regularização da área e com isso foi ajuizada na justiça federal para assegurar a permanência das famílias no local. Em plantão judicial, foi concedida liminar determinando à polícia estadual que não promovesse a desocupação, marcada inicialmente para o dia 16 de janeiro. Pouco tempo depois o juiz titular da 3ª Vara Federal revisou essa decisão, alegando a incompetência da justiça federal. (UOL2, 2012). Os ocupantes da área em razão da decisão impetraram recurso e o TRF da 3ª Região reconheceu o interesse jurídico da União na causa e suspendeu novamente qualquer ato forçado de desocupação.

A juíza da vara cível estadual formulou consulta ao TJ/SP indagando sobre a manutenção de sua ordem, tendo em vista a decisão proferida pelo TRF. O Presidente do TJ/SP, desembargador Ivan Sartori, garantiu a execução da reintegração e autorizou a requisição da Polícia Militar do Estado para o seu imediato cumprimento, que deveria repelir qualquer óbice que viesse a surgir no curso da execução, inclusive a oposição de corporação policial federal. (CONJUR, 2012). Caso a Justiça Federal houvesse também requisitado tropas para fazer cumprir sua ordem, em razão deste conflito de competências, haveria serias repercussões no âmbito nacional.

No dia da efetiva desocupação, 22 de janeiro, houve nova decisão da justiça federal suspendendo a reintegração. A ordem foi recebida pelo coronel da Polícia Militar (PM) que comandava a operação que, na mesma hora, foi orientado a descumpri-la pelo juiz Rodrigo Capez, presente o local como assessor da Presidência TJ/SP, que assumiu a responsabilidade pelo comando da operação policial, finalizando com a desocupação da região.

4.2.1 AS IMPLICAÇÕES DE UMA POSSÍVEL DESAPROPRIAÇÃO E O REFLEXO NOS DEMAIS MOVIMENTOS SOCIAIS

Segundo avaliação judicial, o Pinheirinho está cotado atualmente em R\$ 187 milhões de reais. (AVALIAÇÃO, 2012). Conforme já trabalhado pelo professor José Cretella em relação a desapropriação, esta ao ser realizada deverá ocorrer “mediante justa indenização paga ao proprietário”.

Assim, em termos matemáticos, uma desapropriação daquela região para a manutenção de cerca de 1.500 famílias geraria um alto dispêndio do tesouro público tendo por base o número de famílias a serem beneficiadas pela desapropriação. No caso, o valor que seria utilizado em decorrência da desapropriação poderia ser utilizado para a aquisição de um espaço muito maior que beneficiaria dezenas de milhares de outras famílias, além das famílias em tela.

O governo federal, por ser regido pelos princípios do direito administrativo, não poderia ter tomado outra iniciativa para o presente caso.

Conforme o preleciona o jurista MELLO ao tratar da impessoalidade na administração pública

"No princípio da impessoalidade se traduz a idéia de que a Administração tem que tratar a todos os administrados sem discriminações, benéficas ou detrimementosas. Nem favoritismo nem perseguições são toleráveis. Simpatias ou animosidades pessoais, políticas ou ideológicas não podem interferir na atuação administrativa e muito menos interesses sectários, de facções ou grupos de qualquer espécie. O princípio em causa é senão o próprio princípio da igualdade ou isonomia". (MELLO, 2004).

No presente caso, há também que se analisar que o país enfrenta outros problemas sociais de invasão de propriedades e uma possível desapropriação da presente região, em decorrência do referido princípio o qual a administração pública está vinculada, o governo deveria agir de forma semelhante em outros casos, o que acarretaria dispêndio do tesouro nacional.

4.3 OUTROS CASOS DE DESAPROPRIAÇÃO

Um caso de despejo que ocorreu no Brasil e gerou indignação que até ocasionando uma denúncia junto à Organização das Nações Unidas (ONU) foi o despejo ocorrido no Bairro Fazendinha (TRIBUNAL, 2012), na cidade de Curitiba, capital paranaense. A ONU entende que despejar forçosamente os moradores está em completa dissonância com suas condutas, pois estes despejos são realizados de maneira a não deixar alternativas aos moradores e sem a mínima proteção aos direitos humanos. (ONU, 2012)

A ONU vem visitando várias cidades em vários países justamente para investigar esses despejos forçados. Em 2005 foi assinado em Curitiba o termo Curitiba Livre de Despejos, criando um grupo de trabalho para mediar conflitos, porém a própria prefeitura recusou-se a assinar o mesmo.

O que os advogados e os moradores esperam é que neste caso ocorra um entendimento entre os moradores despejados e a prefeitura de Curitiba, gerando um registro sócio econômico, um auxílio moradia ou a busca de um local que não esteja cumprindo sua função social para o exercício da mesma.

5 CONCLUSÃO

Para responder a questão inicial no que diz respeito ao cumprimento da função social pelo proprietário como fator determinante para evitar a desapropriação, apesar das disposições legais serem claras no que diz respeito ao cumprimento dessa para evitar desapropriações, no caso Pinheiro foi adotado procedimento diverso.

Entendeu-se para o presente caso, que na posição adotada pelo tribunal do Estado de São Paulo houve a relativização da função social da propriedade em prol da manutenção da propriedade. Todavia, esta pesquisa concluiu que no presente caso a decisão tomada pelo tribunal foi a mais adequada, tendo em vista os princípios pelos quais a administração pública é regida e também pela repercussão que medida diversa da tomada no presente caso traria, com grandes implicações no cenário nacional, podendo inclusive estimular a invasão de terras, caso a desapropriação do Pinheirinho fosse prejudicada.

Além disso, uma desapropriação do imóvel do Pinheirinho, sob o aspecto econômico e social, seria muito dispendiosa ao poder público quando analisada a questão do valor a ser investido e o número de famílias beneficiadas pela medida.

REFERÊNCIAS

AVALIAÇÃO Disponível em:< <http://g1.globo.com/sp/vale-do-paraiba-regiao/noticia/2012/09/avaliado-em-r-187-milhoes-terreno-do-pinheirinho-vai-leilao.html>> Acesso em 20 set. 2012

BARRETO, Lucas Hayne Dantas. Função social da propriedade: análise histórica. Disponível em:<<http://jus.com.br/revista/texto/7164>>. Acesso em: 18 set. 2012.

BRASIL1, Presidência da República – Casa Civil. Lei nº 10.406 , 10 de janeiro de 2002. Disponível em:< http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2002/l10406.htm>. Acesso em 20 set. 2012

BRASIL2. Constituição (1988). Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF, Senado, 1998. Acesso em 20 set. 2012

BRASIL3. Código de Processo Civil - . Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L5869.htm> Acesso em 20 set. 2012

BRASILIA Deputado pede para a Câmara investigar a documentação do Deputado pede para a Câmara investigar a documentação do Pinheirinho. 25 jan. 2012. Disponível em: http://www.correiobraziliense.com.br/app/noticia/politica/2012/01/25/interna_politica,287490/deputado-pede-para-a-camara-investigar-a-documentacao-do-pinheirinho.shtml. Acesso em: 24 fev. 2012

CARTA Socieade. Disponível em:< <http://www.cartacapital.com.br/sociedade/terras-do-pinheirinho-ja-pertenceram-a-naji-nahas/>> Acesso em 20 set. 2012

CONJUR Disponível em:< <http://www.conjur.com.br/2012-jan-23/presidente-tj-sp-afirma-responsabilidade-pinheirinho>> Acesso em 20 set. 2012

CONSTITUIÇÃO Política do Império do Brasil. Disponível em:<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constitui%C3%A7ao24.htm>. Acesso em: 20 set. 2012.

CUNHA GONÇALVES, Luis da. Tratado de direito civil. 2 ed. São Paulo: Max Limonad, s.d. v. XI, t. I.

CRETELLA, José Júnior. Tratado geral de desapropriação. 2. ed. Rio de Janeiro: Forense, 1980, v. 1.

FARIAS, Cristiano Chaves de; ROSENVALD, Nelson. Direitos Reais. 6ª ed. Rio de Janeiro: Lumen Juris, 2009.

FOLHA Área reintegrada no interior de SP é 3 vezes maior que o Vaticano. Disponível em:<<http://www1.folha.uol.com.br/bbc/1038603-area-reintegrada-no-interior-de-sp-e-3-vezes-maior-que-o-vaticano.shtml>> Acesso em 20 set. 2012.

G1 Área Historiadores dizem que Pinheirinho pode ter tido chacina em 1969. Disponível em:<<http://g1.globo.com/sao-paulo/noticia/2012/01/pinheirinho-ja-foi-palco-de-chacina-na-decada-de-1960-dizem-historiadores.html>> Acesso em 20 set. 2012

GONÇALVES, Carlos Roberto. Direito civil brasileiro, volume 5: direito das coisas. 5. ed. São Paulo: Saraiva, 2010.

ONU recebe denúncia sobre despejo ocorrido no Fazendinha. Disponível em <<http://ptcuritiba.org.br/noticias/onu-recebe-denuncia-sobre-despejo-ocorrido-no-fazendinha/>> Acesso em: 19 de set. 2012

PAULO, Vicente; ALEXANDRINO, Marcelo. Direito Constitucional Descomplicado. 6ª ed. São Paulo: Método, 2010.

PILATI, José Isaac. Propriedade e função social na pós-modernidade. Rio de Janeiro: Lumen Juris, 2011.

RIZZARDO, Arnaldo. Direito das Coisas. 2ª ed. Rio de Janeiro: Forense, 2006.

TRIBUNAL suspende reintegração de posse do caso Fazendinha. Disponível em <<http://terradedireitos.org.br/biblioteca/noticias/juiz-suspende-reintegracao-de-posse-do-caso-fazendinha/>> Acesso em: 19 de set. 2012.

VADE Mecum. Org. Darlan Barroso e Marco Antonio Araujo Junio. 2ª ed. São Paulo: Revista do Tribunais, 2012.

UOL Disponível em: <<http://www1.folha.uol.com.br/bbc/1038603-area-reintegrada-no-interior-de-sp-e-3-vezes-maior-que-o-vaticano.shtml>> Acesso em 20 set. 2012

UOL2 Disponível em: <<http://noticias.uol.com.br/cotidiano/ultimas-noticias/2012/02/03/justica-reduz-r-16-milhao-da-divida-de-iptu-de-proprietaria-do-pinheirinho.htm>> Acesso em 20 set. 2012

SASP. Disponível em:

<<http://www.defensoria.sp.gov.br/dpesp/Repositorio/28/Documentos/SASP%20-%20ato%20juristas%20-%20Pinheirinho.pdf>> Acesso em 20 set. 2012.

Capítulo 3



10.37423/250610083

MODELAGEM FÍSICO-MATEMÁTICA NO DESENVOLVIMENTO DA GESTÃO AMBIENTAL URBANA APLICADA NO ESTATUTO DAS CIDADES

Diego Kellermann Hurtado

*Universidade Federal de Santa Maria, Santa
Maria, RS, Brasil*

Alfeu de Arruda Souza

*Universidade Federal de Santa Maria, Santa
Maria, RS, Brasil*



Resumo: O homem, desde os primórdios da evolução, tem ocupado e modificado o espaço geográfico. Com o advento da Revolução Industrial, a demanda por recursos naturais cresceu exponencialmente. Da mesma forma a população global, de forma geral, cresceu rapidamente, bem como a procura de novos espaços para abrigar as novas cidades que estavam se formando. A explosão demográfica no Brasil do século XX levou a construção de novas cidades, que em sua grande maioria não seguiram um planejamento urbano/ambiental. Com o alvorecer do século XXI, os problemas ambientais conseqüentes da ocupação desordenada do espaço geográfico nos anos anteriores passaram a ser evidentes, o que gerou a necessidade da criação de políticas urbanas que levassem em consideração o desenvolvimento sustentável, bem como a criação da idéia da construção de uma Cidadania Ambiental. Como resposta às questões acerca da questão da ocupação humana no espaço geográfico e os seus reflexos sobre o meio ambiente, elaborou-se o Estatuto da Cidade. A modelagem-físico matemática está servindo de ferramenta para mapear as áreas urbanas e ambiental futuras.

Objetivo: O presente tem por objetivo verificar a efetividade do Estatuto da Cidade como norma jurídica que estabelece diretrizes na ocupação e modificação do espaço geográfico e o uso da modelagem físico-matemática para prever a ocupação urbana e ambiental.

Referencial Teórico: Como referencial teórico, o presente artigo lastreou-se em extensa bibliografia, tanto da área jurídica, quanto interdisciplinar e também notícias acerca da situação, em especial as disponibilizadas na *World Wide Web (WWB)*.

Método: A metodologia e estratégia de ação para viabilizar esta pesquisa obedecem ao trinômio: Teoria de Base, Procedimento e Técnica. Ambos se interpenetram em uma relação sistêmico complexa para configuração de um método que permita uma abordagem de pesquisa interdisciplinar e em sinergia com as diferentes áreas do conhecimento: Ciências Exatas, Sociais Aplicadas e Ciências Humanas.

Resultados e Discussão: Com a presente pesquisa verificou-se acerca da possibilidade em aliar a sustentabilidade com o desenvolvimento do espaço geográfico urbano, quando aplicado o princípio da função social na propriedade urbana.

Implicações da Pesquisa: A presente pesquisa possui diversas implicações, seja pelo planejamento na ocupação sustentável do solo como também na observância das legislações corretatas, tais como o Estatuto das Cidades e os Planos Diretores municipais.

Originalidade/Valor: Este estudo contribui a literatura especializada à medida em que aborda a modificação do espaço geográfico, a incidência da legislação específica, como o estatuto das cidades e a efetivação da cidadania ambiental.

Palavras-chave: Modelagem físico-matemática; Espaço Geográfico; Meio ambiente, cidadania ambiental.

1 INTRODUÇÃO

O fim da última glaciação, ocorrida entre 100.000 a.C. e 10.000 a.C, possibilitou a sedentarização humana, ou seja, a fixação do homem à terra. No momento em que o homem deixou de depender da coleta e passou a garantir o seu sustento com a agricultura, abriu-se caminhos para a organização de estruturas sociais e políticas cada vez mais complexas, com populações cada vez maiores que se fixavam às margens de grandes rios. (VICENTINO, p. 24, 2001).

Com o fim do período neolítico, há aproximadamente 6.000 anos, esses agrupamentos cresceram, transformando as antigas aldeias em cidades que evoluíram e prosperaram, formando grandes civilizações urbanas na antiguidade, a exemplo das civilizações mesopotâmicas, grega e romana. (VICENTINO, 2001).

Os antigos registros históricos demonstram que já na antiguidade, o homem modificava o espaço geográfico para moldar as cidades do passado. Mumford (1982, p. 82-83), ao mencionar a urbanização da cidade de Roma, relata que as grandiosas obras construídas visavam refletir o esplendor imperial e a supremacia daquela civilização:

Contudo, não foi por obras provenientes de fora ou por sua pomposa inflação das ordens clássicas que Roma deixou sua marca no urbanismo. Para verificar o que Roma significou, tanto em seu melhor momento físico quanto em seu pior momento humano, é preciso concentrar a atenção na própria cidade de Roma. Ali foi onde a nova escala se estabeleceu: ali foi onde o soldado e o engenheiro juntaram forças, não apenas para criar muralhas e fossos, mas diques e reservatórios de dimensões ciclópicas. Foi ali, em suas grandes estruturas públicas, que Roma tentou não apenas controlar a grande quantidade de pessoas que havia reunido, mas dar à sua cultura de massa, afora isso degradada, um apropriado disfarce urbano que refletisse a magnificência imperial.

Acerca da definição da idéia de espaço geográfico, Santos (2008) o define como a natureza modificada pelo homem com o seu trabalho ou como a *“acumulação desigual de tempos”*.

Sob essa ótica, tem-se o espaço geográfico como a materialização de idéias, a soma do trabalho social, bem como as ações das sociedades sobre a natureza. Segundo o geógrafo, o espaço *“materializa diferentes tempos sociais e, sua gênese e evolução constituem o objeto da geografia.”*

É nesse espaço geográfico que são construídas as diferentes edificações que proporcionam aos seres humanos os seus habitats, desde os primórdios da civilização até o advento da Revolução Industrial

no mundo moderno, pois é neste mesmo espaço que o setores secundário e terciário promovem emprego e renda em nosso país.

Diferentemente das civilizações do velho mundo, a urbanização no espaço geográfico brasileiro é recente. O Brasil, assim como os demais países latino-americanos, passou por um rápido processo de urbanização no Século XX, sobretudo a partir da década de 1960.

Segundo Maricato (2001), em 1940, a população urbana brasileira era de 26,3% do total. Sessenta anos depois essa população passou para 81,2%. Em números absolutos isso significa que em 1940 a população que residia nas cidades era de 18,8 milhões de habitantes e em 2000, de aproximadamente 138 milhões. Assim, em um período de apenas seis décadas o Brasil viu sua população rural migrar para os novos assentamentos urbanos. E não apenas isso, a população urbana, em números absolutos, multiplicou-se quase 800%.

Esse crescimento, que na maioria dos casos ocorreu de forma desordenada, trouxe diversos problemas, seja na seara ambiental com a poluição dos recursos hídricos, destruição da flora e fauna ou na esfera social. Dessa forma, com o intuito de preservar o meio ambiente e garantir qualidade de vida às populações, surgiu a necessidade de adoção de práticas sustentáveis.

A sustentabilidade depende da adoção de práticas obrigatórias, ou não, vinculadas com a consecução do bem comum, visando o equilíbrio dos ecossistemas, das economias e da sociedade, em especial consideradas as práticas desastrosas ou ameaçadoras perpetradas pelos homens. Em sua essência, a sustentabilidade prescinde da intervenção do homem, como ser racional, pois em ecossistemas isolados onde nenhuma ação daninha do homem ainda foi verificada, essa poderá ser verificada de forma ideal.

João Pasin coloca na obra de Messa et Al. (2011, p. 46),

Em razão da sustentabilidade, são estabelecidas normas de conduta – expressas ou tácitas – para os homens conviverem harmonicamente e de forma organizada com os seus pares e o meio ambiente. Tais regras terminam por fazer imperar uma racionalidade de respeito do ser humano ao próximo, à natureza e às instituições públicas.

Assim, surgiu a necessidade da compilação de uma legislação ambiental brasileira, que nada mais é do um conjunto de normas jurídicas que disciplinam a atividade humana para com o meio ambiente,

estabelecendo regras mínimas que deverão ser seguidas com o intuito de evitar/ minimizar os impactos e conflitos da ocupação humana sobre o meio.

Visando minorar os efeitos da ação antrópica sobre a natureza, no que tange a transformação do espaço geográfico bem como organizar a ocupação humana nos espaços urbano, foi promulgada a Lei nº 10.257/01, denominada Estatuto da Cidade, o qual confere às cidades as diretrizes para a política urbana do Brasil, observando instrumentos que visem o desenvolvimento sustentável das cidades.

O presente trabalho tem por objetivo verificar a efetividade do Estatuto das Cidades como norma jurídica que estabelece diretrizes na ocupação e modificação do espaço geográfico, respondendo a problemática: *O Estatuto da Cidade é um meio efetivo para a construção de uma cidadania Ambiental a fim de possibilitar a utilização sustentável do espaço geográfico?*

A metodologia e estratégia de ação para viabilizar esta pesquisa obedecem ao trinômio: Teoria de Base, Procedimento e Técnica. Ambos se interpenetram em uma relação sistêmico complexa para configuração de um método que permita uma abordagem de pesquisa interdisciplinar e em sinergia com as diferentes áreas do conhecimento: Ciências Exatas, Sociais Aplicadas e Ciências Humanas.

2 ESPAÇO GEOGRÁFICO E A URBANIZAÇÃO BRASILEIRA

Para Rodriguez (2005), o homem é um agente ativo que sofre influências do meio construindo e modificando o espaço geográfico, o qual segundo Silva (2001) é o produto processo e manifestação da sociedade que expressa todas as contradições geradas e também contidas nas relações sociais de produção. Como mencionado, Santos (2008), define o espaço geográfico como a natureza modificada pelo homem com o seu trabalho ou como a *“acumulação desigual de tempos”*.

Santos (2008) citando Marcuse, afirma que *“Hoje temos a capacidade de transformar o mundo em um inferno e estamos em caminho de fazê-lo. Mas também temos a capacidade de fazer exatamente o contrário”*. E o homem, no intuito de minimizar os impactos de sua ocupação no meio em que vive, estabeleceu um conjunto de medidas de proteção ambiental.

Em sua obra *A Urbanização Brasileira*, Santos (1993), ao tratar da urbanização pretérita de nosso país, relata que nos tempos de colônia a cidade significava a *“emanação do poder longínquo, uma vontade de marcar presença num país distante”*. A partir do Século XVIII, a Urbanização se desenvolve num ritmo maior que nos três séculos anteriores. Conforme aquele autor citando Bastilde (1978, p. 56), *“a casa da cidade torna-se a residência mais importante do fazendeiro ou do senhor de engenho, que só vai à sua propriedade rural no momento do corte e da moenda da cana”*

O fim do século XVIII e o século XIX foram marcados pela mecanização do território, que segundo Santos (1993, p. 35) é o momento da criação do meio técnico, que substitui o meio natural. Para o geógrafo, atualmente vive-se no meio técnico científico, o qual tenta se superpor, em todos os lugares, mesmo que de forma desigual, ao chamado meio geográfico.

Temos que o meio técnico-científico, o qual também é denominado meio técnico-científico-informacional é

marcado pela presença da ciência e da técnica nos processos de remodelação do território essenciais às produções hegemônicas, que necessitam desse novo meio geográfico para sua realização. A informação, em todas as suas formas, é o motor fundamental do processo social e o território é, também, equipado para facilitar a sua circulação. (SANTOS, 1993, p. 36)

Entre os anos de 1940 e 1980, ocorre uma inversão quanto ao local de residência da população brasileira. Em 1940 a taxa de urbanização era de 26,35%, enquanto em 1980 já era de 68,86%. (SANTOS, 1993, p. 29)

Somente após a Segunda Guerra Mundial que a integração do território se tornou viável, quando houve uma interligação das estradas de ferro, bem como a construção de estradas de rodagem, colocando as diversas regiões do país em contato e facilitando o crescimento urbano. Acerca do processo de industrialização que o país passou nesse período, Maricato explica:

Com a massificação do consumo dos bens modernos, especialmente os eletroeletrônicos, e também do automóvel, mudaram radicalmente o modo de vida, os valores, a cultura e o conjunto do ambiente construído. Da ocupação do solo urbano até o interior da moradia, a transformação foi profunda, o que não significa que tenha sido homogeneamente moderna. Ao contrário, os bens modernos passaram a integrar um cenário onde a pré-modernidade sempre foi muito marcante, especialmente na moradia ou no padrão de urbanização dos bairros da periferia (MARICATO, 2001, p. 19)

Para Santos (1993) o meio técnico-científico possibilitou a modernização do campo bem como *“inventar a natureza”*, a exemplo da biotecnologia, que permitiu criar sementes como se elas fossem naturais, o que permitiu que regiões que se assemelhavam a desertos, como o cerrado na Região centro-oeste e Bahia, se transformassem *“num vergel formado por um caleidoscópio de produções, a*

começar pela soja”, permitindo um florescimento populacional sem precedentes. (SANTOS, 1993, p. 38)

Acerca da modificação do espaço, o geógrafo Milton Santos (2008, p. 46), coloca que:

Esse processo se acelera quando, praticamente ao mesmo tempo, o homem se descobre como indivíduo e inicia a mecanização do Planeta, armando-se de novos instrumentos para tentar dominá-lo. A natureza artificializada marca uma grande mudança na história humana da natureza. Hoje com a tecnociência, alcançamos o estágio supremo dessa evolução.

Com diferente grau de intensidade, as cidades brasileiras possuem problemáticas parecidas, de acordo com o tamanho, tipo de atividade e região na qual estão localizadas. O desemprego, carência de habitação, transportes, lazer, condições dos recursos hídricos e sanitários, educação e saúde, são elementos que muitas vezes relevam elevados índices de carência/ deterioração. E quanto maior a cidade, mais visíveis se tornam esses problemas, inclusive gerando conflitos na área ambiental.

Henri Acセルrad (2005), ao tratar dos conflitos ambientais no Brasil, assim coloca:

Os conflitos ambientais são aqueles que envolvem grupos sociais com maneiras distintas de apropriação, uso e significado do território, tendo origem quando pelo menos um dos grupos tem a continuidade das formas sociais de apropriação do meio que desenvolvem ameaçada por impactos indesejáveis- transmitidos pelo solo, água, ar ou sistemas vivos- que decorrem das práticas de outros grupos.(...) Este conflito tem por arena, unidades territoriais compartilhadas por um conjunto de atividades cujo “acordo simbiótico” é rompido em função da denúncia dos efeitos indesejáveis da atividade de um dos agentes sobre as condições materiais do exercício das práticas de outros agentes. (ACSELRAD, 2005, p. 26)

De acordo com Tucci (2010), os principais problemas relacionados com a infra-estrutura e urbanização em países em desenvolvimento, conjunto de países no qual o Brasil está incluso, são:

- Grande número de pessoas em pequeno espaço com inadequados transportes públicos, água e saneamento, poluição do ar e inundações. Este ambiente inadequado reduz as condições de saúde e a qualidade de vida da população, aumentando os impactos no meio ambiente.
- Aumento dos limites da cidade de forma não-controlada devido à migração rural na busca de emprego.

Por exemplo, Manaus em 2004 recebeu ao redor de 40 mil migrantes em 2004, atraídos por emprego. Esta ocupação ocorreu nas áreas de mananciais, contaminando esta fonte de abastecimento de água. Nesta vizinhança, geralmente existe falta de segurança, infra-estrutura e há domínio por grupos criminosos relacionados com o tráfico de drogas.

- Urbanização é espontânea e o planejamento urbano é realizado para a parcela da população com renda média. As favelas se desenvolvem de maneira informal, pela invasão de áreas públicas por população pobre ou organizada por especuladores para este tipo de população. Parte das áreas invadidas é de risco de inundação ou de escorregamento.
- O Planejamento Urbano é realizado para a cidade formal, enquanto que a cidade informal é desenvolvida sem controle, em áreas públicas próximas da disponibilidade de serviço para população de baixa renda.
- Limitada capacidade institucional das cidades quanto à legislação, à aplicação da lei, à manutenção e ao suporte técnico-econômico.
- Falta de gestão integrada das águas urbanas: a gestão da infra-estrutura de água é realizada de forma totalmente fragmentada, resultando em serviços de baixa qualidade, quando existem.

Para Santos (1993, p. 96) a urbanização corporativa, a qual é empreendida sob o comando dos interesses das grandes corporações, constitui no receptáculo das consequências *“de uma expansão capitalista devorante de recursos públicos”*, isto é, uma vez que os recursos são orientados para o desenvolvimento dos setores econômicos, os segmentos sociais sofrem com a carência dos mesmos.

As cidades ocupam, de modo geral, vastas superfícies, entremeadas de vazios, característica típica de uma urbanização corporativa. Para aquele autor (1993, p. 96), as cidades são grandes porque *“há especulação e vice-versa, há especulação porque há vazios e vice-versa; porque há vazios as cidades são grandes”*. Para o geógrafo, quando existe especulação, há criação mercantil da escassez, o que acentua o problema do acesso à terra e a habitação. Como consequência o déficit de residências também leva à especulação e os dois juntos, conduzem a periferação da população mais pobre, o que novamente, acarreta um novo inchaço urbano.

Para Santos (1993, p. 96), a especulação imobiliária deriva, em última análise da conjunção de dois movimentos convergentes: *“a superposição de um sítio social ao sítio natural e a disputa entre atividades ou pessoas por dada localização”*. E a especulação se alimenta e fortalece dessa dinâmica, através dos recém criados *“sítios sociais”*, que nada mais são do que lugares seletivos de acordo com as necessidades funcionais da população daquele local.

Nas palavras de Milton Santos *“é assim que certos pontos se tornam mais acessíveis, certas artérias mais atrativas e, também, uns e outras mais valorizados”*, o que leva as pessoas de maiores recursos, bem como as atividades mais dinâmicas a fixarem-se nessas áreas mais privilegiadas.

E é assim que grandes partes da cidade ganham ou perdem valor ao longo do tempo. Como o geógrafo coloca *“O planejamento urbano acrescenta um elemento de organização ao mecanismo de mercado”* o que acaba por gerar expectativas, bem como influir nos preços.

Ainda, de acordo com Santos (1993, p. 97) *“A terra urbana, dividida em loteamentos ou não, aparece como promessa de lucro no futuro, esperança justificada pela existência de demanda crescente”* o que acarreta numa quantidade cada vez maior de terras apropriadas que acabam não sendo utilizadas, inflando o tamanho do centro urbano, subaproveitando recursos, e ao mesmo tempo gerando impactos ambientais desnecessários.

Como bem destaca Coutinho (2004), o planejamento urbano deve ocorrer numa visão sustentável, priorizando à ordenação do espaço físico e a provisão dos elementos relativos às necessidades humanas, de modo a garantir um meio ambiente saudável, bem como uma maior qualidade de vida aos seus cidadãos do presente e do futuro.

Assim, o homem precisa ter uma relação sustentável com o meio que habita. A sustentabilidade representa o conjunto qualitativo de pressupostos e condições consideradas necessárias para conferir a devida continuidade à ordem natural (ecossistemas), econômica (sistemas) ou social (realidades). (SOUZA, 2014)

E com o intuito de atender os diferentes desafios que surgem no processo de urbanização, seja na esfera ambiental ou social, que surgiu a Lei 10.257/2001, estabelecendo diretrizes gerais da política urbana, visando um aproveitamento sustentável do espaço geográfico.

3 A CIDADANIA AMBIENTAL E O ESTATUTO DAS CIDADES

As demandas ambientais que surgem com o processo de urbanização, estão em progressão constante, consequência, em parte, da globalização. Atualmente, é reconhecida a influência do meio ambiente sobre o indivíduo, o Estado e a esfera global, desfazendo o pensamento individualista que perdurou por séculos sobre a questão ambiental. Conforme observa Silva-Sánchez (2000),

É verdade que, de uma forma ou de outra, todas as dimensões da vida guardam vínculos com a problemática ambiental, desde a esfera da produção, da política, da economia até a esfera doméstica. Por outro lado, as questões ambientais têm um caráter globalizante e maximalista: são próprias de um mundo em largo processo de globalização e interdependência. A degradação do meio ambiente atinge a totalidade do mundo, ainda que de forma desigual [...]. (SILVA-SÁNCHEZ, 2000, p. 25)

A preocupação do cidadão com a degradação do meio ambiente e os riscos que esse sofre está relacionada com a consciência ecológica adquirida por ele. Assim, a fim de que o homem contemporâneo usufrua das tecnologias e conhecimentos científicos adquiridos pela globalização de modo sustentável, verifica-se a importância de uma educação ambiental, ou seja, uma educação voltada para a cidadania ambiental. Para Leff (2001),

Os desafios do desenvolvimento sustentável implicam a necessidade de formar capacidades para orientar um desenvolvimento fundado em bases ecológicas, de equidade social, diversidade cultural e democracia participativa. [...] Isto permitirá romper a dependência e inequidade fundadas na distribuição desigual de conhecimento, e promover um processo no qual os cidadãos, os povos e as comunidades possam intervir a partir de seus saberes e capacidades próprias nos processos de decisão e gestão do desenvolvimento sustentável. (LEFF, 2001, p. 246)

Assim, a fim de engajar o cidadão nos processos de decisão e gestão do desenvolvimento sustentável, conforme assinala Jacobi (2003, p. 192), é preciso utilizar as novas tecnologias proporcionadas pela globalização a favor da educação e da participação da sociedade na promoção de um espaço de conscientização sobre o meio ambiente, fator indispensável na qualidade de vida dos cidadãos. De acordo com o autor,

[...] Cabe destacar que a educação ambiental assume cada vez mais uma função transformadora, na qual a co-responsabilização dos indivíduos torna-se um objetivo essencial para promover um novo tipo de desenvolvimento – o desenvolvimento sustentável. Entende-se, portanto, que a educação ambiental é condição necessária para modificar um quadro de crescente degradação socioambiental, mas ela ainda não é suficiente [...]. O educador tem a função de mediador na construção de referenciais ambientais e deve saber usá-los como instrumentos para o desenvolvimento de uma prática social centrada no conceito de natureza. (JACOBI, 2003, p. 193)

Assim, é nesse contexto de uma educação voltada ao reconhecimento de responsabilidades ambientais pelo cidadão que surge uma nova concepção de cidadania, em que surgem novos sujeitos de direito. A base fundamental da cidadania ambiental é um cidadão ativo, que busca seus direitos, mas que também reconhece seu compromisso com o desenvolvimento sustentável, preocupando-se não somente de forma local, mas sim de modo global. Segundo Silva-Sánchez (2000),

A problemática ambiental enunciou a emergência de novos sujeitos de direito, representando, portanto, um alargamento do campo da cidadania. Essa cidadania de tipo novo requer uma nova proposta de sociabilidade, que transcende a relação entre o Estado e o indivíduo, incluindo de modo privilegiado a própria sociedade civil. (SILVA-SÁNCHEZ, 2000, p. 41)

Dessa forma, a autora refere-se à edificação da cidadania ambiental como a “[...] *construção de uma cidadania de caráter coletivo, fundada em uma luta marcada por valores maximalistas e globalizantes, que possibilita um novo exercício de cidadania, que vai além das limitações da cidadania construída no marco liberal*”. (SILVA-SÁNCHEZ, 2000, p. 62)

Para Christoff, citado por Leite *et. Al* (2010, p. 24), a cidadania ambiental pode ser entendida “*por sua intenção de ampliar o discurso do bem-estar social, reconhecendo os princípios universais relativos aos direitos ambientais e incorporando-os ao direito, à cultura e à política*”.

No que se refere às limitações do exercício da cidadania ambiental Garcia, citado por Leite e Caetano (2012, p. 66), observa que “[...] *a cidadania ambiental é, nessa medida, tendencialmente mundial, não está sujeita a fronteiras estaduais, acompanhando a característica global do ambiente*”.

Destarte, reconhecida a magnitude das dimensões que englobam a problemática do meio ambiente, é preciso reconhecer a responsabilidade sobre a degradação ambiental. Para isso, é imprescindível a construção de uma cidadania ambiental, a fim de que a sociedade em conjunto com o Estado e os instrumentos disponibilizados possam amenizar os riscos ambientais, dos quais a esfera particular, nacional e global estão sujeitos.

Assim, visando minorar os efeitos da ação antrópica sobre a natureza e proporcionar um espaço geográfico desenvolvido sustentavelmente, foi promulgada a Lei nº 10.257/01, denominada Estatuto da Cidade. O referido Estatuto em conjunto com os artigos 182 e 183 da Carta Magna de 1988 conferem às cidades as diretrizes gerais para a política urbana do Brasil. (SIRVINSKAS, 2013, p. 704).

Para Medauar (2002, p. 14), “*O Estatuto da Cidade representa, sem dúvida, um passo marcante em matéria urbanística [...] Esta Lei faz renascer o interesse pela questão urbana e praticamente impõe aos governantes municipais e ao setor privado muita atenção na matéria [...]*”.

A Lei nº 10.257/01 revela-se como a principal ferramenta a ser utilizada no planejamento de cidades sustentáveis. Segundo Boadnar (2010, p. 199), *“foi esse diploma legal que adotou a expressão ‘cidade sustentável’ como direito difuso, transindividual e indisponível dos seus habitantes”*. Por sua vez, entende-se por cidade sustentável *“[...] o direito à terra urbana, à moradia, ao saneamento ambiental, à infraestrutura urbana, ao transporte e aos serviços públicos, ao trabalho e ao lazer, para as presentes e futuras gerações”* (ESTATUTO DA CIDADE, 2001), fulcro no artigo 2º, inciso I, da referida lei.

Com o intuito de possibilitar a utilização sustentável do espaço geográfico, verificou-se que o Estatuto da Cidade, através do Plano Diretor, incorporou como regra básica a ideia de função social nos imóveis urbanos, com o intuito de maximizar a utilização do solo urbano.

O cumprimento da função social pela propriedade urbana ocorre quando essa atende *“às exigências fundamentais de ordenação da cidade expressas pelo plano diretor, assegurando o atendimento das necessidades dos cidadãos quanto à qualidade de vida, à justiça social e ao desenvolvimento das atividades econômicas [...]”*, fulcro no artigo 39 do Estatuto da Cidade (2001). De acordo com Farias e Rosenvald (2012),

A locução *função social* traduz o comportamento regular do proprietário, exigindo que ele atue numa dimensão na qual realize interesses sociais, sem a eliminação do direito privado do bem que lhe assegure as faculdades de uso, gozo e disposição. [...] Quando uma atividade econômica concede, simultaneamente, retorno individual em termos de rendimentos e retorno social, pelos ganhos coletivos da atividade particular, a função social será alcançada. (FARIAS; ROSENVALD, 2012, p. 314)

Assim, visando positivar instrumentos que garantam o exercício regular e racional do imóvel no espaço geográfico urbano, o Estatuto da Cidade estabeleceu, dentre outros instrumentos, o Plano Diretor. Conforme prevê a Carta Magna (1988), *“a propriedade urbana cumpre sua função social quando atende às exigências fundamentais de ordenação da cidade expressas no plano diretor”*, fulcro no artigo 182, parágrafo 2º.

O Plano Diretor estabelecido na Lei nº 10.257/01, conforme sublinha Sirvinskaskas (2013, p. 708), é um *“conjunto de normas legais e técnicas disciplinadoras da expansão urbana e do desenvolvimento socioambiental, tendo por finalidade o bem-estar individual e social da comunidade local”*. Para Antunes (2005),

O instrumento jurídico mais importante para a vida das cidades é o Plano Diretor, pois é dele que se originam todas as diretrizes e normativas para a adequada ocupação do solo urbano. É segundo o atendimento das normas expressas no

Plano Diretor que se pode avaliar se a propriedade urbana está, ou não, cumprindo com a sua função social tal qual determinada pela Lei Fundamental da República. (ANTUNES, 2005, p. 299)

Conforme sublinha Castro (2011, p. 595), embora o princípio da função social constitua o alicerce do plano diretor, não significa que podemos *“[...]considerar que o fato de o princípio se concretizar através da política urbana municipal justificaria por si só a constitucionalidade e aplicação do plano diretor, qualquer que seja o seu conteúdo”*, uma vez que *“[...]a função social da propriedade deve ser equacionada com outros princípios vinculados ao desenvolvimento econômico e social, sem descuidar do equilíbrio do meio ambiente”*.

Assim, embora o Plano Diretor seja reconhecidamente um importante instrumento para o desenvolvimento urbano sustentável, tendo por base a função social das propriedades urbanas, ainda há lacunas a serem supridas. Conforme sublinha Boadnar (2010),

Lamentavelmente os administradores públicos ainda não deram a devida importância às diretrizes estabelecidas no Estatuto, sendo inúmeras as situações de desrespeito e ineficácia, inclusive no que diz respeito à elaboração, atualização e observância dos Planos Diretores. (BOADNAR, 2010, p. 202)

Ademais, para o referido autor (BOADNAR, 2010), a elaboração do Plano Diretor

[...] Deve ser precedida de estudos técnicos adequados para que sejam avaliadas todas as consequências futuras decorrentes de sua implementação, sendo imprescindível, para a sua legitimação democrática, que seja assegurada a ampla participação popular na sua elaboração, pois o cidadão é o seu principal destinatário. (BOADNAR, 2010, p. 202).

A elaboração do Plano Diretor por parte dos Municípios, de certa forma serviu para procrastinar a imediatividade no cumprimento de alguns dos direitos que o Estatuto previu. A exigência da função social seria letra morta naquele diploma sem a elaboração do Plano Diretor conforme trata Bueno (2003, p. 92):

Sem o plano diretor o Município não pode exigir do proprietário que ele cumpra o princípio constitucional da função social da propriedade. Isto porque cabe ao plano diretor – como lei introdutória de normas básicas de planejamento urbano – a delimitação das áreas urbanas onde podem ser aplicados o parcelamento, edificação ou utilização compulsórios, considerando a existência de infraestrutura e de demanda para utilização (arts. 41, III, e 42, I, do Estatuto).

Inicialmente a Lei concedeu um prazo de 05 anos para que os municípios elaborassem seus planos. Ainda, no que tange a efetivação da função social do imóvel, Silva (2007) destaca que o Estatuto da Cidade ao estabelecer no Caput do seu artigo 5º a necessidade de uma outra lei municipal para delimitar as áreas do município em que o poder público terá a possibilidade de determinar (através de um plano facultativo) o parcelamento, a edificação ou utilização compulsórias do solo urbano não edificado, subutilizado ou não utilizado, introduz a possibilidade da criação de obstáculos à efetivação daquele princípio. Para tanto, exige a legislação vigente a notificação do proprietário que possuir imóvel não edificado, subutilizado ou não edificado para que o mesmo cumpra as obrigações listadas.

Quanto ao conjunto de formalidades que envolve essa notificação, Silva (2007) destaca:

Inicialmente cabe a ressalva de que esta notificação deve ser feita pessoalmente, só sendo admitida por edital após três tentativas frustradas. Deverá ainda ser promovida por funcionário do órgão competente do Poder Público e, uma vez realizada, ser posteriormente averbada no cartório de registro de imóveis.

Aqui cabe ainda mais uma ressalva. Ao contrário do rito trazido pelo Código de Processo Civil, a forma da notificação prevista no Estatuto da Cidade é ainda mais amena com o proprietário. Nos ensinamentos de PINTO: “É interessante notar que o Estatuto foi mais benevolente com o proprietário que o Código com o réu, uma vez que não admitiu a notificação pelo correio.” (2002, p. 137)

Se não fosse suficiente, o artigo 5º do Estatuto ainda elege o prazo mínimo de 01 ano (que pode ser estendido por legislação local) para que o proprietário do imóvel protocole projeto de parcelamento, de edificação ou de utilização junto ao órgão municipal competente. A partir deste momento, o inciso II do parágrafo 4º do já citado artigo 5º do Estatuto, permite novo prazo mínimo de 02 (dois) anos, após a aprovação do projeto, para que o referido proprietário inicie as obras do empreendimento, podendo sofrer nova ampliação, quando tratar-se de empreendimentos de grande porte, em caráter excepcional, quando houver lei municipal específica.

Ainda, o artigo 7º da lei 10257, consagra a possibilidade do manejo do IPTU progressivo no tempo como sanção para o descumprimento das previsões trazidas no artigo 5º. Cabe salientar que o plano diretor tem a obrigatoriedade de trazer a previsão do IPTU progressivo no tempo, a qual deverá se submeter a uma aplicação mínima de 05 anos. Somente após esgotados todos os prazos, é que poderá ser dado início a desapropriação.

Assim, no que tange a efetividade da função social, as palavras de Silva (2007) resumem a eficácia parcial do diploma:

Em resumo, num cálculo simples, a partir da vigência do Estatuto (tão acriticamente festejado por alguns militantes da reforma urbana), do Plano Diretor e das Leis municipais específicas, um imóvel está “legalmente” autorizado a ficar, num prazo mínimo de 08 (oito) anos², sem cumprir a função social expressamente consagrada desde 05 de outubro de 1988 com a atual Constituição brasileira.

² Incluído 01 (um) ano para apresentação do projeto, 02 (dois) anos para iniciar a sua execução e 05 (cinco) anos de IPTU progressivo.

Por mais que o Estatuto das Cidades promova o desenvolvimento do espaço geográfico urbano em bases sustentáveis, o legislador criou, de certa forma, entraves à efetivação plena do princípio da função social da propriedade, prejudicando a construção de uma cidadania ambiental.

4 CONCLUSÃO

Ao ensaiar uma resposta a questão inicial acerca da construção de uma cidadania ambiental com o intuito de possibilitar a utilização sustentável do espaço geográfico, verificou-se que o Estatuto da Cidade incorporou no Plano Diretor, dentre outros dispositivos, o princípio da função social nos imóveis urbanos. Tal dispositivo foi inserido com o intuito de maximizar a utilização do solo urbano e evitar os chamados vazios urbanos, criados essencialmente para um fim especulativo, conforme abordou o geógrafo Milton Santos.

Tal dispositivo surge para evitar distorções na aplicabilidade da lei conforme Gerhard e Almeida (2006) colocam:

Hoje sabemos que, nas sociedades contemporâneas, o acesso a direitos ditos universais não ocorre de forma horizontal, ou, em linguagem coloquial, se a “lei vale para todos”, em certas situações ela “vale mais para alguns e menos para outros”; “se todos são iguais enquanto cidadãos”, na prática, “uns são mais iguais do que outros” (GERHARDT; ALMEIDA, 2006, p. 15)

A função social visa o interesse da comunidade, não descaracterizando o direito à propriedade, mas tendo por escopo o exercício regular e racional do imóvel urbano, de forma que esse tenha uma destinação útil. Dessa forma, verifica-se que é possível aliar a sustentabilidade com o desenvolvimento do espaço geográfico urbano, se aplicado o princípio da função social na propriedade urbana.

O espaço geográfico sofreu e sofre inúmeras modificações pelo homem, inclusive no meio ambiente. O ser humano necessitou adaptar o território para que esse pudesse constituir seu habitat e ao mesmo tempo ser capaz de atender suas demandas. De acordo com Milaré (2008, p. 46), *“O mundo da cidade é o mundo da família humana que ocupa aquele espaço. Existe um grau necessário de simbiose entre ambos esses termos. Daí a importância das intervenções urbanísticas [...]”*.

Dessa forma, observa-se a importância da construção da cidadania Ambiental para que os cidadãos sejam engajados nos assuntos ambientais junto às entidades públicas, fazendo viger seus direitos, bem como realizar seu papel de responsável pelo meio ambiente. Conforme assevera Canotilho (2010, p. 41), “[...] impõe-se a abertura à participação dos cidadãos nos procedimentos e processos ambientalmente relevantes”.

Por fim, o presente ensaio conclui que o Estatuto da Cidade surgiu como uma norma que regulamentou a política de desenvolvimento urbano sustentável, sendo que um dos objetivos da Lei é justamente evitar os chamados vazios urbanos para fins especulativos, visto que a função social é princípio basilar daquele diploma. Entretanto, verifica-se que o diploma possui algumas lacunas no que tange a fiscalização/ efetivação do referido princípio, bem como à aplicação dos instrumentos disponibilizados, não sendo o referido documento legal capaz de disciplinar modificações no espaço geográfico como um todo, dificultando a edificação da cidadania Ambiental.

REFERÊNCIAS

ACSELRAD, H. As práticas espaciais e o campo dos conflitos ambientais. In: _____(org.) Conflitos ambientais no Brasil. Rio de Janeiro: Relume- Dumará, 2005.

ANTUNES, P. B. Direito Ambiental. 8. Ed. Rio de Janeiro: Lumen Juris, 2005.

BOADNAR, Zenildo. Risco Urbano e Restauração Ambiental: Desafios e Perspectivas para a Jurisdição Ambiental. In: FEREIRA, H. S.; LEITE, J. R. M.; BORATTI, L. V. Estado de direito ambiental: tendências. 2. Ed. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 2010.

BRASIL. Constituição Federal. Brasília: Senado Federal, 1988. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm>. Acesso em: 05 jan. 2015

BRASIL. Lei nº 10.257 de 10 de julho de 2001. Dispõe sobre diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. In: Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 10 jul. 2001. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/leis_2001/l10257.htm> Acesso em: 15 jan. 2015.

BUENO, Vera Scarpinella. Parcelamento, edificação ou utilização compulsórios da propriedade urbana. In: DALLARI, Adilson Abreu. FERRAZ, Sérgio. (coord.). Estatuto da Cidade comentado (Comentários à Lei Federal 10.257/2001). – 1 ed. 2. tir. – São Paulo: Malheiros, 2003.

CANOTILHO, J. J. G. Estado Constitucional Ecológico e Democracia Sustentada. In: FEREIRA, H. S.; LEITE, J. R. M.; BORATTI, L. V. Estado de direito ambiental: tendências. 2. Ed. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 2010.

CASTRO, F. C. L. A função social da cidade e da propriedade urbana enquanto princípio orientador de regulamentação do solo criado no planejamento urbanístico porto-alegrense. In: ALFOSIN, B. M.; PAGANI, E. A.; SOMENSI, S.; PRESTES, V. B. (Orgs.). Anais do II Congresso de Direito Urbano-Ambiental: Congresso comemorativo aos 10 anos do Estatuto da Cidade. Porto Alegre: Exclamação, 2011. Disponível em: <<http://www.esdm.com.br/arquivo/downloads/Congresso%20Comemorativo%20aos%2010%20anos%20do%20Estatuto%20da%20Cidade%20e-book.pdf>> Acesso em: 19 mar. 2015.

COUTINHO, E. B. Consequencias Ambientais do Processo de Urbanização. São Paulo: UAM, 2004. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil), Universidade Anhembi Morumbi, 2004. Disponível em: <<http://engenharia.anhembi.br/tcc-04/civil-42.pdf>> Acesso em: 05 Abr. 2015.

FARIAS, C. C.; ROSENVALD, N. Curso de Direito Civil. Vol. 5. 8. Ed. Salvador: JusPodivm, 2012.

GERHARDT, C. H. & ALMEIDA, J. P “Ecologização” dos agricultores ou construção de novos processos de dominação? A problemática ambiental nos espaços rurais. In: Anais do XI Congresso Brasileiro de Sociologia, CDROM, Campinas, set. 2003. Disponível em: http://www6.ufrgs.br/pgdr/docentes_descricao.php?menu=2&codMenu=11&vinculo

Docente=1&codDocente=87&opcao=4. Acesso em: 20 abr. 2011

JACOBI, P. R. Educação Ambiental, Cidadania e Sustentabilidade. Revista Scielo – Cadernos de Pesquisa, n. 118, p.189 - 205, mar. 2003. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cp/n118/16834.pdf>>. Acesso em: 31 mar. 2015.

LEFF, Enrique. Saber Ambiental: Sustentabilidade, Racionalidade, Complexidade, Poder. Tradução Lúcia Mathilde Endlich Orth. Petrópolis: Vozes, 2001.

LEITE, J. R. M.; CAETANO, M. A. Breves Reflexões sobre os Elementos do Estado de Direito Ambiental. In: LEITE, J. R. M.; FERREIRA, H. S.; CAETANO, M. A. (Orgs.). Repensando o Estado de Direito Ambiental. Florianópolis: Fundação Boiteux, 2012

LEITE, J. R. M.; FERREIRA, H. S.; Tendências e Perspectivas do Estado de Direito Ambiental no Brasil. In: FERREIRA, H. S.; LEITE, J. R. M.; BORATTI, L. V. (Orgs.). Estado de Direito Ambiental: Tendências. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 2010.

MARICATO. Ermínia. Brasil, cidades: alternativas para a crise urbana. Petrópolis, RJ : Vozes, 2001.

MEDAUAR, Odete. Comentários: arts. 1º a 3º. In: MEDAUAR, O.; ALMEIDA, F. D. M. (Coord.). Estatuto da Cidade: Lei 10.257, de 10.07.2001 Comentários. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2002.

MESSA, A. F.; JUNIOR, R. e NETO, N. Sustentabilidade Ambiental e os novos desafios na era digital – Estudos em Homenagem a Benedito Guimarães Aguiar Neto / Coordenadores Nuncio Theophilo Neto, Roque Theophilo Junior, Ana Flavia Messa. – São Paulo: Saraiva, 2011

MILARÉ, E. Um ordenamento jurídico para a qualidade de vida urbana. In: AGRELLI, V. M.; SILVA, B. C. (Coord.). Direito urbanístico e ambiental: Estudos em Homenagem ao Professor Toshio Mukai. Rio de Janeiro: Lumen Juris, 2008.

MUMFORD, L. A cidade na história: suas origens, transformações e perspectivas. 2.ed. São Paulo, Livraria Martins Fontes Editora, 1982.

RODRÍGUEZ, A. C. M. Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento Aplicados na análise da legislação ambiental no Município de São Sebastião (SP). São Paulo: USP, 2000. Dissertação (Mestrado em Geografia), Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Departamento de Geografia, Universidade de São Paulo, 2005. Disponível em:<<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/8/8136/tde-07042006-150606/publico/tese.pdf>> Acesso em: 21 nov. 2014.

SANTOS, M.. A urbanização Brasileira, São Paulo: Hucitec, 1993

SANTOS, M. Técnica, Espaço, Tempo: Globalização e Meio Técnico-científico-informacional / Milton Santos - 5a ed. - São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2008.

SILVA, L. R. A Natureza Contraditória do Espaço Geográfico. 2a edição. São Paulo: Contexto, 2001.

SILVA, Márcio Luís da. A função social da cidade e da propriedade segundo o Estatuto da Cidade: A necessidade de uma interpretação crítica e extensiva. In: Congresso de Direito Urbanístico do Instituto Brasileiro de Direito Urbanístico. São Paulo, 2007. Anais. São Paulo: ibdu, 2007. Disponível em:

<<http://ibdu.org.br/eficiente/repositorio/Projetos-de-Pesquisa/congressos-e-seminarios/sao-paulo-2007/9.pdf>> Acesso em: 07 abr. 2015

SHIVA, Vandana. Biopirataria: a pilhagem da natureza e do conhecimento. Trad. Laura Cardellini Barbosa. Petrópolis: Vozes, 2001.

SILVA-SÁNCHEZ, Solange S. Cidadania Ambiental: Novos Direitos no Brasil. São Paulo: Humanitas, 2000.

SOUZA, Alfeu de Arruda. Tecnologia da informação e comunicação e sua regulação jurídica: as implicações acerca da utilização dos satélites orbitais e das redes colaborativas como instrumentos de defesa do meio ambiente. Santa Maria: UFSM, 2014. Monografia de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciência Sociais e Jurídicas), Centro de Ciências Sociais e Humanas da Universidade Federal de Santa Maria.

TUCCI, C.E.M. Urbanização e Recursos Hídricos. Pp-113-128. In: Bicudo, C.E.M.; Tundisi, J.G; Cortesão S, Marcos (editors) Águas do Brasil. Análises Estratégicas. Academia Brasileira de Ciências; Secretaria do Meio Ambiente. Estado de São Paulo. 222 pp, 2010.

VICENTINO, Cláudio. História para ensino médio: história geral e do Brasil: volume único/ Cláudio Vicentino, Gianpaolo Dorigo. – São Paulo: Scipione, 2001.

Capítulo 4



10.37423/250610114

O PAPEL DO PROJETISTA DE ARQUITETURA NO ATENDIMENTO À NORMA DE DESEMPENHO – NBR 15575

Jucélia Kuchla Vieira

Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Humberto Ramos Roman

Universidade Federal de Santa Catarina

Edinei da Rocha Landin Junior

Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Giovanna de Souza Miotti

Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Milena Gomes de Carvalho

Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Yasmin Louise Cruz do Amaral

Universidade Tecnológica Federal do Paraná



Resumo: A Norma de Desempenho de Edificações Habitacionais, que está em vigor desde 2013, trouxe mudanças no setor da construção civil, pois especifica níveis de desempenho que a edificação deve atingir, independente do sistema construtivo, do número de pavimentos e dos materiais empregados na construção. As mudanças começam na escolha do terreno e vão até cuidados na execução das obras. Os projetos tem um papel fundamental no atendimento aos requisitos e critérios relacionados à norma, pois muitos problemas podem ser corrigidos com soluções adotadas na sua elaboração. Neste artigo são apresentadas as principais mudanças pertinentes ao projeto de arquitetura para o atendimento à NBR 15575. Estas informações foram compiladas e criadas com base em uma pesquisa de campo e uma análise quali-quantitativa, que envolveu 3 construtoras e mais de 50 profissionais da construção civil. Nesta análise, dos 173 critérios apresentados pela NBR 15575, 111 foram considerados relacionados ao projetista de arquitetura. As principais modificações relacionadas ao projeto arquitetônico que foram encontradas são abandono do projeto legal ou projeto básico, que deve ser substituído pelo projeto executivo com um alto grau de detalhamento e elaboração de memorial descritivo completo da obra, incluindo sempre que possível as informações relevantes pertinentes aos demais projetos desenvolvidos ao empreendimento, para isso é necessária uma relação próxima de todos os projetistas. Além disso, o profissional deve ter amplo conhecimento das normas prescritivas que são relacionadas à Norma de Desempenho e das normas específicas de projeto arquitetônico. É necessário melhorar a qualidade dos projetos, através de obtenção de conhecimento e cumprimento de normas técnicas e domínio das especificações dos sistemas construtivos adotados, pois a qualidade dos projetos interfere diretamente no atendimento aos requisitos e critérios da NBR 15575.

Palavras-chave: Norma de Desempenho; desempenho de edificações; NBR 15575, projeto arquitetônico.

INTRODUÇÃO

A evolução nas tecnologias construtivas nos últimos anos trouxe novas e complexas exigências impostas aos edifícios e a seus sistemas, elevando os patamares de flexibilidade e confiabilidade.

Buscando uma maior qualidade dos projetos e execução, através do estabelecimento de novos padrões de eficiência para as edificações, em 19 de julho de 2013 entrou em vigor a NBR 15575 – Edificações Habitacionais – Desempenho, conhecida como “Norma de Desempenho”, contribuindo para a modernização tecnológica da construção brasileira e estabelecendo critérios referentes à eficiência das edificações (Gealh, 2018).

A Norma de Desempenho é um conjunto de requisitos e critérios estabelecidos para uma edificação habitacional e seus sistemas, com base em requisitos do usuário, independentemente da sua forma ou dos materiais constituintes (ABNT, 2024).

A norma possui o título “Edificação Habitacional – Desempenho” e é apresentada em 6 partes:

- Parte 1 – Requisitos gerais (ABNT, 2024).
- Parte 2 – Requisitos para os sistemas estruturais (ABNT, 2013).
- Parte 3 – Requisitos para os sistemas de pisos (ABNT, 2021a).
- Parte 4 – Requisitos para os sistemas de vedações verticais internas e externas (ABNT, 2021b).
- Parte 5 – Requisitos para os sistemas de coberturas (ABNT, 2021c).
- Parte 6 – Requisitos para os sistemas hidrossanitários (ABNT, 2021d).

A NBR 15575 apresenta uma importante inovação que é a busca pelo resultado, “um conceito utilizado internacionalmente que estabelece os requisitos mínimos de qualidade que a edificação deve apresentar” após sua conclusão e durante toda sua vida útil (Amaral *et al.*, 2016, p. 15). O foco da Norma de Desempenho é voltado para as necessidades do usuário.

A Norma de Desempenho estabelece as obrigações e responsabilidades inerentes a cada participante da cadeia da construção, deixando clara as obrigações dos construtores, incorporadores, projetistas e fornecedores no atendimento ao desempenho mínimo requerido às edificações, visando uma mudança no quadro geral apresentado até o momento. Pela primeira vez a figura do usuário é apresentada como interveniente do processo, detentor de direitos e deveres, com incumbência da realização das atividades de manutenção das edificações para garantir sua vida útil. De acordo com Amaral *et al.* (2016), essa inovação resulta em um parâmetro novo e importante para as relações de consumo, pois permitirá aferir os direitos, obrigações e responsabilidades das partes envolvidas.

A preocupação com o atendimento a requisitos de desempenho, após a publicação da NBR 15575 – Desempenho de Edificações Habitacionais, trouxe à tona discussões quanto às diversas fases do processo de construção, da elaboração de projetos a execução de obras, e do período de uso da edificação, com o intuito de atingir níveis de desempenho desejáveis (CBIC, 2013).

De acordo com a NBR 15575-1 (ABNT, 2024), independente da solução técnica adotada, a avaliação de desempenho analisa a adequação ao uso de um sistema ou de um processo construtivo destinado a atender a uma função.

“Apesar de sua grande importância e do tempo que está em discussão, a NBR 15575 não tem sido significativamente atendida até o momento, devido às inúmeras dificuldades que o setor ainda enfrenta a seu respeito” (Gealh, 2018, p. 32). Esse cenário ainda permanece o mesmo nos dias atuais, principalmente fora dos grandes centros. Uma das dificuldades encontradas é a definição do responsável pelo atendimento de cada critério, o que gera muitas vezes um conflito onde nenhum profissional assume a responsabilidade em atender determinado critério.

A NBR 15575 trata dos principais sistemas construtivos da edificação sob a ótica do resultado, do desempenho, e estabelece requisitos mínimos da qualidade que devem ser atendidos pela construção depois de pronta, ao longo de sua utilização. A maior parte dos requisitos apresentados já é objeto de normas técnicas atualmente existentes, mas há novos elementos no tocante à qualidade (Del Mar, 2015).

Segundo Thomaz (2001), a qualidade final da obra depende em sua maior parte da qualidade do projeto, tanto para obras recém-acabadas quanto ao longo de sua vida útil. De acordo com Hybiner *et al.* (2014), de um modo geral, muitas das causas das manifestações patológicas observadas nas construções estão associadas a problemas oriundos da fase de concepção do projeto, pois este influencia diretamente no desempenho dos edifícios.

Com base na experiência em consultorias de implantação da Norma de Desempenho em construtoras e incorporadoras, Gealh (2018) analisou todos os requisitos e critérios presentes na NBR 15575 e a partir desta análise criou uma tabela com o estabelecimento das responsabilidades de cada profissional da construção em cada setor ou projeto específico para o atendimento dos critérios. Esta tabela foi validada por meio da aplicação em três construtoras e da discussão com mais de 50 profissionais de engenharia e arquitetura.

Através da análise deste material pode-se constatar que o projetista de arquitetura tem um papel importante no atendimento à NBR 15575. Este artigo visa apresentar as principais mudanças no

projeto arquitetônico e os principais critérios relacionados a ele para a implantação da Norma de Desempenho.

REQUISITOS E CRITÉRIOS RELACIONADOS AO PROJETO ARQUITETÔNICO

A Norma de Desempenho foi analisada com o intuito de determinar o envolvimento do projeto de arquitetura com o atendimento aos seus critérios. Na norma são encontrados um total de 173 critérios e desde foram considerados que 111 devem ser atendidos de alguma forma pelo projeto arquitetônico. Os 111 critérios são apresentados na Tabela 1.

Além de estabelecer cada critério diretamente ligado ao projeto arquitetônico, a análise sugere como este profissional pode proceder para alcançar este atendimento. Caso o projetista de arquitetura atue como coordenador, deverá pesquisar a tabela completa de critérios em Gealh (2018), pois entende-se que o coordenador de projetos, assim como o executor/construtor, está relacionado a todos os critérios da Norma de Desempenho.

Nesta análise foi considerado que, além do projetista de arquitetura, existem pelo menos os projetistas de estruturas, instalações elétricas, instalações hidrossanitárias, instalações de gás, prevenção contra pânico e incêndio, impermeabilização e coberturas atuando no empreendimento. Caso não haja projetista de cobertura e impermeabilização essa função pode ser atribuída ao projetista de arquitetura.

Tabela 1 - Ações atribuídas ao projetista de arquitetura para o atendimento dos requisitos e critérios da NBR 15575.

Parte	Item	Requisitos	Item	Críticos	Atendimento
1	8.2	Dificultar o princípio do incêndio	8.2.1.3	Proteção contra risco de vazamento nas instalações de gás	Coordenador ou Arquitetônico: Solicitar ao projetista de instalações que o projeto das instalações de gás e sua execução estejam conforme NBR 13523 e NBR 15526. Arquitetônico: Ajustar projeto conforme necessidades do projeto de instalações de gás.
	8.3	Facilitar a fuga em situação de incêndio	8.3.1	Rotas de fuga	Coordenador: Verificar se o projeto arquitetônico atende a NBR 9077 e as normas do corpo de bombeiros (NPT 011, no caso do Paraná). Cobrar atendimento ao critério do projetista de PCPI. Arquitetônico: Projetar as saídas de emergência conforme a NBR 9077 e as normas do corpo de bombeiros (NPT 011, no caso do Paraná).
	8.4	Dificultar a inflamação generalizada	8.4.1	Propagação superficial de chamas	Coordenador ou Arquitetônico: Verificar especificações de propagação superficial de chamas dos materiais empregados (cerâmicas, tintas, texturas...) nos pisos, paredes e coberturas, itens 8.2.1. e 8.2.3. parte 3, 8.2. parte 4 e 8.2.1. parte 5, conforme NBR 9442. Arquitetônico: Projetar utilizando materiais de acabamento adequados, apresentando sua especificação quanto a propagação superficial de chamas.

Parte	Item	Requisitos	Item	Critérios	Atendimento
1	8.5	Dificultar a propagação do incêndio	8.5.1.1	Isolamento de risco à distância	Coordenador ou Arquitetônico: Solicitar do projetista de prevenção contra pânico e incêndio (PCPI) o atendimento ao critério e verificar. Arquitetônico: Considerar especificações do Corpo de Bombeiros (NPT 007 no Paraná) ao elaborar o projeto.
			8.5.1.2	Isolamento de risco por proteção	Coordenador ou Arquitetônico: Solicitar do projetista de prevenção contra pânico e incêndio (PCPI) que apresente considerações sobre o critério. Arquitetônico: Considerar especificações do Corpo de Bombeiros (NPT 007 no Paraná) ao elaborar o projeto.
	8.6	Segurança estrutural em situação de incêndio	8.6.1.1	Minimizar o risco de colapso estrutural	Coordenador ou Arquitetônico: Solicitar ao projetista de estruturas que atenda a NBR 14323 e a NBR 15200 e verificar atendimento. Arquitetônico: Atender os dimensionamentos e as especificações de segurança ao fogo feitas pelo projetista de estruturas.
	8.7	Sistema de extinção e sinalização de incêndio	8.7.1	Equipamentos de extinção, sinalização e iluminação de emergência	Coordenador ou Arquitetônico: Solicitar que o projetista de PCPI atenda às normas específicas. Arquitetônico: Especificar em projeto a localização dos equipamentos de extinção, sinalização e iluminação de emergência.
	9.2	Segurança na utilização do imóvel	9.2.1	Segurança na utilização dos sistemas	Coordenador ou Arquitetônico: Listar todas as recomendações necessárias, a serem incluídas no Manual de Uso, Operação e Manutenção. Verificar se foram especificados materiais com Selo de Qualidade e atendidas as premissas de projeto do item 9.2.3. Arquitetônico: Especificar preferencialmente materiais que tenham Selo de Qualidade. Observar as premissas de projeto, item 9.2.3.
	9.3	Segurança das instalações	9.3.1	Segurança na utilização das instalações	Coordenador ou Arquitetônico: Conferir se a especificação dos materiais a serem utilizados nas instalações atendem aos requisitos das Normas Específicas, a fim de evitar a ocorrência de ferimentos ou danos aos usuários, em condições normais de uso. Cobrar o atendimento de normas específicas NBRs 5410, 5419, 13523, 15526, 15575-6... Checar os equipamentos especificados pelos projetistas de instalações como chuveiros elétricos, aquecedores instantâneos de água e torneiras elétricas. Solicitar que projetista de instalações verifique a existência dos dispositivos de alívio de sobrepressão e corte de corrente em caso de sobreaquecimento dos equipamentos. Arquitetônico: Especificar apenas equipamentos e aparelhos que atendam às NBR 12090 e NBR 14016, limitando-se a corrente de fuga para outros aparelhos em 15mA.
	10.1	Estanqueidade das instalações dos sistemas hidrossanitários de água fria e água quente	10.1.2	Estanqueidade à água de peças de utilização	Coordenador: Solicitar que o projetista de instalações hidrossanitárias adote soluções adequadas e informe em seu projeto que as peças de utilização não devem apresentar vazamento quando submetidas à pressão hidrostática máxima previstas nas NBR 5626 e NBR 7198. Os reservatórios e os metais sanitários devem apresentar estanqueidade conforme as normas específicas aplicáveis. Arquitetônico: Especificar adequadamente as peças de utilização para estanqueidade à água.
	10.2	Estanqueidade a fontes de umidade externas à edificação	10.2.1	Estanqueidade à água de chuva e à umidade do solo e do lençol freático	Coordenador ou Arquitetônico: Solicitar ao Projetista de Impermeabilização a indicação em projeto que, no ensaio da lâmina d'água, o sistema seja estanque por no mínimo 72 h e tenha a capacidade de manter a estanqueidade ao longo da vida útil de projeto do sistema de cobertura para coberturas acessíveis. Solicitar aos projetistas detalhamentos necessários das interfaces entre elementos construtivos. Realizar a compatibilização de projetos. Arquitetônico: Definir e detalhar os sistemas de impermeabilização, caso o empreendimento não possua projeto específico.

Parte	Item	Requisitos	Item	Crítérios	Atendimento
	10.3	Estanqueidade a fontes de umidade internas à edificação	10.3.1	Estanqueidade à água utilizada na operação, uso e manutenção do imóvel	Coordenador ou Arquitetônico: Solicitar ao Projetista de Impermeabilização que o projeto atenda todas as normas pertinentes. Arquitetônico: Determinar as áreas molháveis e molhadas conforme critério estabelecido pela norma. Definir e detalhar os sistemas de impermeabilização, caso o empreendimento não possua projeto específico.
	11.4.3	Desempenho térmico da envoltória	11.4.4	Percentual de horas de ocupação da UH dentro da faixa de temperatura	Coordenador ou Arquitetônico: Solicitar contratação de consultor para simulação computacional de desempenho térmico, caso seja necessário. Arquitetônico: Adotar soluções de projeto para a edificação de modo que o percentual de horas em que a UH encontra-se dentro da faixa de temperatura operativa atenda os parâmetros apresentados nas tabelas 2, 3 e 4 da NBR 15575-1. Solicitar consultoria de desempenho, caso julgue necessário.
			11.4.5	Temperaturas operativas anuais máxima e mínima da UH (TomáxUH e TomínU)	Coordenador ou Arquitetônico: Solicitar contratação de consultor para simulação computacional de desempenho térmico, caso seja necessário. Arquitetônico: Adotar soluções de projeto para a edificação de modo que o valor da temperatura operativa anual máxima do modelo real seja menor ou igual à obtida para o modelo de referência, após somado um valor de tolerância. Solicitar consultoria de desempenho, caso julgue necessário.
			11.4.6	Carga térmica total da UH (CgTTUH)	Coordenador ou Arquitetônico: Solicitar contratação de consultor para simulação computacional de desempenho térmico, caso seja necessário. Arquitetônico: Basear as decisões de projeto, visando o atendimento aos parâmetros apresentados para a carga térmica total da unidade habitacional (CgTTUH). Solicitar consultoria de desempenho, caso julgue necessário.
	12.2	Isolamento acústico das vedações externas	12.2.1	Isolamento a ruído aéreo de sistemas de vedações externas	Coordenador ou Arquitetônico: Solicitar contratação de consultor para basear as decisões de projeto para atendimento, caso seja necessário. Arquitetônico: Projetar a edificação de modo que as vedações externas da edificação atendam aos critérios mínimos estabelecidos nas NBR 15575-4 e NBR 15575-5. Solicitar medição de nível de ruído no local e no entorno imediato para orientar as decisões de projeto. Atender tabela F.9 e F.10 da NBR 15575-4 e tabelas I.5 e I.6 da NBR 15575-5.
	12.3	Isolamento acústico entre ambientes	12.3.1	Isolação ao ruído aéreo de sistemas de pisos e de vedações verticais internas	Coordenador ou Arquitetônico: Solicitar contratação de consultor para basear as decisões de projeto para atendimento, caso seja necessário. Arquitetônico: Projetar a edificação atendendo os parâmetros adequados de ruídos aéreos para pisos e paredes internas, conforme a tabela E.2 da NBR 15575-3 e tabela F.11 da NBR 15575-4.
	12.4	Isolamento a ruídos de impactos	12.4.1	Isolamento a ruídos de impactos em sistemas de pisos	Coordenador ou Arquitetônico: Solicitar contratação de consultor para basear as decisões de projeto para atendimento, caso seja necessário. Arquitetônico: Adotar soluções de projeto para atender os níveis de pressão sonora apresentados na tabela E.1 da NBR 15575-3 e tabela I.7 da NBR 15575-5. Especificar o tratamento de piso para ruídos de impactos.
	13.2	Iluminação natural	13.2.1	Simulação: Níveis mínimos de iluminação natural	Coordenador ou Arquitetônico: Solicitar a contratação de consultoria específica, caso julgue necessário. Arquitetônico: Projetar de modo que os cômodos da edificação habitacional apresentem iluminação natural, atendendo a tabela E.3 da NBR 15575-1. As aberturas para iluminação natural devem atender às normas específicas e à legislação vigente.
			13.2.3	Medição in loco: Fator de luz diurna (FLD)	Coordenador ou Arquitetônico: Solicitar a contratação de consultoria específica, caso julgue necessário. Arquitetônico: Projetar de modo que os cômodos da edificação habitacional apresentem FLD conforme tabela E.4 da NBR 15575-1.

Parte	Item	Requisitos	Item	Critérios	Atendimento
1	13.3	Iluminação artificial	13.3.1	Níveis mínimos de iluminação artificial	Coordenador ou Arquitetônico: Solicitar a contratação de consultoria específica, caso julgue necessário. Arquitetônico: Projetar de modo que os cômodos da edificação habitacional apresentem iluminação artificial de acordo com a tabela E.5 da NBR 15575-1. Observar que os dados desta tabela se baseiam na NBR 5413, que foi cancelada e substituída pela NBR ISO CIE 8995 -1. Como a NBR 8995-1 não apresenta valores específicos para cômodos das edificações habitacionais, analisar os valores de área de trabalho pertinentes às atividades desenvolvidas, mas preferencialmente adotar valor mais restritivo.
	14.2	Vida útil de projeto do edifício e dos sistemas que o compõem	14.2.1	Vida útil de projeto	Coordenador ou Arquitetônico: Cobrar a especificação de VUP dos sistemas. Arquitetônico: Apresentar VUP mínima de acordo com cada norma específica para os sistemas, desde que sejam atendidas as recomendações de uso, operação e manutenção estabelecidos nos Manuais de Uso, Operação e Manutenção da Edificação. Atender valores estabelecidos pelas tabelas C.5 e C.6 da NBR 15575-1.
			14.2.3	Durabilidade	Coordenador ou Arquitetônico: Solicitar que todos os projetistas apresentem a durabilidade dos sistemas utilizados em seus projetos. Arquitetônico: Apresentar em memorial descritivo a durabilidade, de acordo com cada norma específica para os sistemas e apresentar as recomendações de uso, operação e manutenção estabelecidos no Manual de Uso, Operação e Manutenção. Atender normas específicas para comprovação de durabilidade dos elementos e componentes dos sistemas. Apresentar recomendações para a utilização correta dos sistemas. Atender premissas de projeto, item 14.2.5. NBR 15575-1.
	14.3.1	Manutenibilidade do edifício e de seus sistemas	14.3.2	Facilidade ou meios de acesso	Coordenador ou Arquitetônico: Solicitar que todos os projetistas apresentem recomendações para manutenção de seus sistemas. Solicitar projeto de ancoragem. Solicitar informações para comporem o Manual de Uso, Operação e Manutenção da Edificação que deve ser elaborado de acordo com a NBR 14037. Arquitetônico: Apresentar os meios de acesso aos sistemas para manutenção a serem descritos no Manual de Uso, Operação e Manutenção. Prever em projeto elementos de ancoragem que facilitem a instalação de balancins ou qualquer outro elemento que possibilite a limpeza dos vidros das fachadas (cortinas de vidro), dos guarda-corpos das varandas e demais fechamentos, cuja manutenção deve ser feita periodicamente.
	15.2	Proliferação de micro-organismos	15.2.1	Atender legislação vigente**	Coordenador ou Arquitetônico: Solicitar que todos os projetistas atendam as legislações vigentes. Solicitar ensaios, quando julgar necessário. Arquitetônico: Atender às legislações vigentes quanto à salubridade no interior das edificações, considerando as condições de umidade e temperatura no interior da unidade habitacional e apresentando as condicionantes da legislação. Especificar decisões de projeto em memorial descritivo. Indicar no projeto os ensaios necessários para comprovação.
	15.3	Poluentes na atmosfera interna à habitação	15.3.1	Atender legislação vigente**	Coordenador ou Arquitetônico: Solicitar que todos os projetistas atendam as legislações vigentes. Solicitar ensaios, quando julgar necessário. Arquitetônico: Assegurar que materiais, equipamentos e sistemas empregados na edificação não liberem produtos que poluam o ar em ambientes confinados, atendendo as legislações vigentes. Apresentar observações em seu memorial descritivo.

Parte	Item	Requisitos	Item	Crítérios	Atendimento
1	15.4	Poluentes no ambiente de garagem	15.4.1	Atender legislação vigente**	Coordenador ou Arquitetônico: Solicitar que todos os projetistas atendam as legislações vigentes. Solicitar ensaios, quando julgar necessário. Arquitetônico: Adotar soluções de projeto que impeçam que gases de escapamentos de veículos e equipamentos invadam as áreas internas da habitação e garantam que o sistema de exaustão ou ventilação de garagens internas permita as saídas dos gases poluentes gerados por veículos e equipamentos. Atender às legislações vigentes. Apresentar observações em seu memorial descritivo.
	16.1	Altura mínima de pé-direito	16.1.1	Altura mínima de pé-direito	Coordenador: Solicitar que as informações sobre as alturas de pé-direito constem em projeto e memorial descritivo. Arquitetônico: Apresentar em Memorial Descritivo e em projeto o atendimento às alturas mínimas de pé-direito adotadas para as edificações, nas diversas situações previstas na norma.
	16.2	Disponibilidade mínima de espaços para uso e operação da habitação	16.2.1	Disponibilidade de espaços para uso e operação da habitação	Coordenador: Solicitar atendimento das dimensões mínimas e organização funcional dos espaços conforme apresentado no anexo F da NBR 15575-1. Arquitetônico: Atender às dimensões mínima de espaço para cada cômodo. Apresentar planta ambientada com móveis e equipamentos, conforme Anexo F. Detalhar informações em memorial descritivo, de acordo com lei municipal e Anexo F da NBR 15575-1.
	16.3	Adequação para pessoas com deficiências físicas ou pessoas com mobilidade reduzida	16.3.1	Adaptações de áreas comuns e privativas	Coordenador: Solicitar atendimento às legislações específicas. Arquitetônico: Atender às dimensões mínima de espaço para cada cômodo, de acordo com a NBR 9050 em áreas comuns e apresentar unidades privativas adaptadas à portadores de mobilidade reduzida dentro dos percentuais previstos pela Lei 13146/2015, para edificações subsidiadas com recursos públicos. Detalhar informações em memorial descritivo. Atender as premissas de projeto, item 16.3.3.
	16.4	Possibilidade de ampliação da unidade habitacional	16.4.1	Ampliação de unidades habitacionais evolutivas	Coordenador: Solicitar a elaboração de todos os projetos necessários para ampliação para as unidades de caráter evolutivo. Assegurar-se que as especificações e detalhes construtivos para a ampliação estejam anexadas ao Manual de Uso, Operação e Manutenção da Edificação. Arquitetônico: Apresentar projeto de ampliação para cada unidade habitacional, considerando manutenção dos requisitos de desempenho nos níveis previstos originalmente, para edificações de caráter evolutivo. Esse projeto deve fornecer as informações ao usuário para realizar essas modificações.
	17.2	Conforto tátil e adaptação ergonômica	17.2.1	Adequação ergonômica de dispositivos de manobra	Coordenador: Solicitar a especificação de elementos e componentes que atendam às normas específicas. Arquitetônico: Especificar elementos e componentes que atendam às normas técnicas específicas. Caso necessário solicitar dos fornecedores resultados de ensaios dos elementos e componentes. Atentar para que os elementos e componentes com normalização específica (portas, janelas, torneiras e outros) atendam aos requisitos das normas respectivas. Especificar em memorial descritivo os cuidados a serem tomados na escolha dos materiais de acabamento.
	17.3	Adequação antropodinâmica de dispositivos de manobra	17.3.1	Força necessária para o acionamento de dispositivos de manobra	Coordenador: Solicitar a utilização de materiais que atendam às normas específicas. Solicitar apresentação de comprovante de ensaios dos elementos. Arquitetônico: Especificar em memorial descritivo que a determinação dos materiais é baseada em normas específicas. Especificar elementos e componentes que apresentem comprovação por meio de resultados de ensaios dos elementos e componentes.

Parte	Item	Requisitos	Item	Crítérios	Atendimento
	18.2	Projeto e implantação de empreendimentos*		Considerar os riscos**	Coordenador ou Arquitetônico: Solicitar que todos os projetistas considerem os riscos pertinentes à edificação e atendam as normas NBR 8044 e NBR 11682 e as legislações vigentes. Arquitetônico: Atender a NBR 8044 e a NBR 11682. Para a implantação do empreendimento devem ser considerados os riscos de desconfinamento do solo, deslizamentos de taludes, enchentes, erosões, assoreamento de vales ou cursos d'água, lançamento de esgoto a céu aberto, contaminação do solo ou da água por efluentes ou outras substâncias, além de outros riscos similares.
	18.3	Seleção e consumo de materiais*	18.3.1	Exploração e consumo racionalizado de recursos naturais**	Coordenador ou Arquitetônico: Informar a todos projetistas da existência de restrições ou premissas ligadas ao consumo racional de recursos naturais. Arquitetônico: Descrever em memorial a preocupação em priorizar fornecedores locais e na racionalização de recursos naturais.
2	7.1	Requisitos gerais para a edificação habitacional			Coordenador ou Arquitetônico: Solicitar apresentação de mapa de utilização de todos pavimentos e cobertura indicando sobrecargas especiais. Solicitar atendimento ao requisito. Arquitetônico: Apresentar o mapa de utilização de todos
	7.2	Estabilidade e resistência do sistema estrutural e demais elementos com função	7.2.1	Estado-limite último	Coordenador ou Arquitetônico: Solicitar dos projetistas memória de cálculo que comprove o atendimento deste item e às normas aplicáveis. Verificar se os projetistas atendem às normas prescritivas relacionadas.
3	7.2	Estabilidade e resistência estrutural	7.2.1	Assegurar estabilidade e segurança estrutural**	Coordenador ou Arquitetônico: Solicitar do projetista de estruturas memória de cálculo que comprove o atendimento a NBR 15575-2. Arquitetônico: Especificar e detalhar a correta execução de contra piso.
	7.4	Resistência a impactos de corpo mole e corpo duro	7.4.1	Desempenho para resistência a impactos de corpo duro	Coordenador ou Arquitetônico: Solicitar ao projetista que atenda as normas específicas em seus projetos. Arquitetônico: Especificar sistemas de pisos que assegurem a fácil reposição de materiais de revestimento empregados. Especificar a necessidade de comprovação por ensaio para a liberação da execução do sistema ou especificar sistema já ensaiado. Especificar materiais que atendem aos níveis de desempenho apresentados na tabela 1 da NBR 15575-3.
	7.5	Cargas verticais concentradas	7.5.1	Verificação de ruptura quando submetidos a cargas verticais**	Coordenador ou Arquitetônico: Solicitar ao projetista que atenda as normas específicas em seus projetos. Arquitetônico: Especificar sistemas de pisos que assegurem a fácil reposição de materiais de revestimento empregados. Especificar a necessidade de comprovação por ensaio para a liberação da execução do sistema ou especificar sistema já ensaiado. Solicitar ensaios de cargas conforme anexo B da NBR 15575-3, se julgar necessário.
	8.2	Dificultar a ocorrência da inflamação generalizada	8.2.3	Avaliação da reação ao fogo da face superior do sistema de piso	Coordenador: Solicitar que o projetista de arquitetura especifique materiais que atendam às classificações apresentadas pela NBR 15575-1. Arquitetônico: Especificar sistema de piso que atenda às classificações estabelecidas na NBR 15575-3, tabela 4, quanto à propagação superficial das chamas.
	8.3	Dificultar a propagação do incêndio, da fumaça e preservar a estabilidade estrutural da edificação	8.3.1	Resistência ao fogo de elementos de compartimentação entre pavimentos e elementos estruturais associados	Coordenador ou Arquitetônico: Solicitar ao projetista de estruturas que atenda às normas específicas. Arquitetônico: Projetar compartimentações verticais especificando materiais capazes de atender as exigências de resistência ao fogo.
			8.3.3	Selagem corta-fogo nas prumadas elétricas e hidráulicas	Coordenador ou Arquitetônico: Solicitar que todos os projetistas atendam às exigências deste critério. Arquitetônico: Projetar as aberturas nos pisos para transposição das instalações elétricas e hidráulicas dotadas de selagem corta-fogo, apresentando tempo de resistência ao fogo idêntico ao requerido para o sistema de piso, considerando a altura da edificação.

Parte	Item	Requisitos	Item	Critérios	Atendimento
3			8.3.7	Registros corta-fogo nas tubulações de ventilação	Coordenador ou Arquitetônico: Solicitar dos projetistas que as tubulações de ventilação e ar-condicionado que transpassarem os pisos sejam dotadas de registros corta-fogo, devidamente instalados no nível de cada piso, apresentando resistência ao fogo igual a requerida para o sistema de piso. Arquitetônico: Especificar que deverão ser utilizados registros corta-fogo em s tubulações de ventilação e ar-condicionado que transpassarem os pisos.
			8.3.9	Prumadas enclausuradas	Coordenador ou Arquitetônico: Solicitar que as paredes das prumadas enclausuradas sejam corta-fogo e apresentem resistência ao fogo no mínimo idêntica à requerida para o piso. Arquitetônico: Especificar parede corta-fogo para prumadas enclausuradas, apresentando resistência ao fogo no mínimo idêntica à requerida para o piso.
			8.3.11	Prumadas de ventilação permanente	Coordenador: Solicitar aos projetistas os cuidados específicos na especificação de prumadas de ventilação permanente e suas derivações. Arquitetônico: Projetar as derivações nos banheiros para os dutos de ventilação e exaustão permanentes, protegidas por grades de material intumescente. Obs: Este critério não se aplica a tubulações de ventilação de esgoto.
			8.3.13	Prumadas de lareiras, churrasqueiras, varandas gourmet e similares	Coordenador: Solicitar ao projetista de arquitetura o atendimento ao desempenho de segurança ao fogo nos dutos de exaustão de churrasqueiras, lareiras e similares. Arquitetônico: Projetar corretamente os dutos de exaustão de churrasqueiras, varandas gourmet e similares, que devem atender somente uma lareira ou churrasqueira e/ou as conexões com prumada coletiva.
			8.3.15	Escadas, elevadores e monta-cargas	Coordenador: Solicitar ao projetista de arquitetura o atendimento ao desempenho de segurança ao fogo para as escadas, elevadores e monta-cargas. Arquitetônico: Verificar se o sistema de piso de escadas, elevadores e monta-cargas apresentam a resistência ao fogo compatível com o estabelecido pelo critério 8.3.1, por serem consideradas interrupções de continuidade do piso. Projetar as escadas enclausuradas com paredes e porta corta-fogo. Projetar as paredes que conformam os poços de elevadores e monta-cargas de forma a apresentar resistência ao fogo, na categoria corta-fogo, idêntica aos sistemas de piso.
	9.1	Coeficiente de atrito da camada de acabamento	9.1.1	Coeficiente de atrito dinâmico	Coordenador: Solicitar cuidados na especificação de pisos para ambientes onde é requerida resistência ao escorregamento como áreas molhadas, rampas, escadas em áreas de comum e terraços. Arquitetônico: Especificar pisos e revestimentos que atendam aos coeficientes de atrito em conformidade com a NBR 13818, Anexo N, para ambientes onde é requerida resistência ao escorregamento como áreas molhadas, rampas, escadas em áreas de comum e terraços.
	9.2	Segurança na circulação	9.2.1	Desníveis abruptos	Coordenador: Solicitar tratamentos adequados para desníveis abruptos superiores a 5 mm, para sistemas de pisos em escadas e rampas com declividade acima de 5% e para áreas comuns da edificação. Arquitetônico: Projetar sinalização que garanta a visibilidade do desnível (mudança de cor, testeiras e faixas de sinalização) para áreas privativas de um mesmo ambiente com desníveis abruptos superiores a 5mm. Para áreas comuns, atendimento à NBR 9050. Recomendar cuidados específicos para as camadas de acabamento de sistemas de pisos aplicadas em escadas ou rampas (acima de 5% de inclinação) e nas áreas comuns.
			9.2.2	Frestas	Coordenador: Solicitar tratamentos adequados para frestas nos sistemas de pisos. Arquitetônico: Projetar e especificar sistemas de piso que apresentem abertura máxima de frestas (ou juntas sem preenchimento) < 4mm (exceto junta de movimentação em ambiente externo).

Parte	Item	Requisitos	Item	Crítérios	Atendimento
3	9.3	Segurança no contato direto	9.3.1	Arestas contundentes	Coordenador: Solicitar que sejam tomados cuidados quanto a arestas contundentes nos sistemas de pisos. Arquitetônico: Especificar sistema de piso que não apresente arestas contundentes, nem libere fragmentos perfurantes ou contundentes, em condições normais de uso e manutenção.
	10.2	Estanqueidade de sistema de pisos em contato com a umidade	10.2.1	Estanqueidade de sistema de pisos em contato com a umidade ascendente	Coordenador ou Arquitetônico: Solicitar projeto e especificação para o sistema de piso seja estanque à umidade ascendente. Solicitar atendimento as normas NBR 9574 e NBR 9575. Arquitetônico: Projetar sistema construtivo que impeça a ascensão da umidade ascendente para o sistema de piso, caso o empreendimento não possua projeto específico de impermeabilização. Atender NBR 9574 e NBR 9575.
	10.3	Estanqueidade de sistemas de pisos de áreas molháveis da habitação			Coordenador ou Arquitetônico: Solicitar que o projetista de arquitetura mencione em seu memorial descritivo que as áreas molháveis não são estanques, portanto o critério não é aplicável e esta informação deve constar no Manual de Uso, Operação e Manutenção da Edificação. Arquitetônico: Informar em seu memorial descritivo que as áreas molháveis não são estanques, portanto o critério não é aplicável e solicitar que esta informação conte no Manual de Uso, Operação e Manutenção da Edificação.
	10.4	Estanqueidade de sistemas de pisos de áreas molhadas	10.4.1	Estanqueidade de sistemas de pisos de áreas molhadas	Coordenador: Solicitar projeto e detalhamento de sistema de impermeabilização para as áreas molhadas, conforme NBR 9575. Arquitetônico: Identificar as áreas molháveis e molhadas conforme critério estabelecido pela norma. Caso não haja projeto de impermeabilização específico, apresentar projeto e detalhamento de sistema de impermeabilização para as áreas molhadas, conforme NBR 9575.
	12.3	Isolamento a ruídos de impacto	12.3.1	Isolamento a ruídos de impactos em sistema de pisos	Coordenador ou Arquitetônico: Solicitar que o projeto do sistema de piso atenda aos níveis de desempenho acústico adequados para ruídos de impacto. Solicitar contratação de consultoria específica, caso julgue necessário. Arquitetônico: Projetar sistema de piso que atenda aos critérios e níveis de pressão sonora de impacto padrão, conforme tabela E.1 da NBR 15575-3.
	12.4	Isolamento acústico entre ambientes	12.4.1	Isolamento a ruído aéreo de sistemas de pisos	Coordenador ou Arquitetônico: Solicitar que o projeto do sistema de piso atenda aos níveis de desempenho acústico adequados para ruídos aéreos. Solicitar contratação de consultoria específica, caso julgue necessário. Arquitetônico: Avaliar o isolamento de som aéreo de ruídos de uso normal e uso eventual e se necessário, prever sistema de tratamento acústico, de modo a atingir o desempenho de diferença padronizada de nível ponderada apresentada na tabela E.2 da NBR 15575-3.
	14.2	Resistência à umidade do sistema de pisos de áreas molhadas e molháveis	14.2.1	Ausência de danos em sistemas de pisos de áreas molhadas e molháveis pela presença de umidade	Coordenador: Solicitar especificação de materiais que apresentem resistência a danos de pisos de áreas molhadas ou molháveis pela presença de umidade. Solicitar informações em memorial descritivo e Manual de Uso, Operação e Manutenção. Arquitetônico: Especificar materiais que apresentem resistência a danos de pisos de áreas molhadas ou molháveis pela presença de umidade. Informar em memorial descritivo e solicitar inclusão no Manual de Uso, Operação e Manutenção a possibilidade da ocorrência de alteração de tonalidade, visível a olho nu, frente à umidade.
	14.3	Resistência ao ataque químico dos sistemas de pisos	14.3.1	Ausência de danos em sistemas de pisos pela presença de agentes químicos	Coordenador: Solicitar especificação de materiais que apresentem resistência a agentes químicos. Arquitetônico: Especificar materiais que apresentem resistência ao ataque de agentes químicos. Informar em memorial descritivo as considerações feitas para a seleção da camada de acabamento, levando-se em conta as principais características de uso de cada ambiente.
	14.4	Resistência ao desgaste em uso	14.4.1	Desgaste por abrasão	Coordenador: Solicitar especificação de materiais que apresentem resistência ao desgaste devido aos esforços de uso. Arquitetônico: Especificar materiais que apresentem

Parte	Item	Requisitos	Item	Critérios	Atendimento
					resistência ao desgaste devido aos esforços em uso, de forma a garantir a vida útil estabelecida em projeto, conforme NBR 15575-1. Especificar o piso conforme uso e condições de exposição do ambiente. Especificar os métodos de avaliação de desempenho da camada de acabamento, conforme normas aplicáveis a cada material.
	16.1	Sistema de pisos para pessoas portadoras de deficiência física ou pessoas com mobilidade reduzida (PMR)	16.1.2	Sistema de piso para área privativa	Coordenador: Solicitar projeto de sistema de piso adaptado à moradia de pessoas portadoras de deficiência física ou mobilidade reduzida. Arquitetônico: Projetar sistema de piso adaptado à moradia de pessoas portadoras de deficiência física ou mobilidade reduzida. Especificar a sinalização e locais de sinalização, além de considerar a adequação da camada de acabamento dos degraus das escadas e das rampas, bem como deve especificar desníveis entre as alturas das soleiras.
			16.1.3	Sistema de piso para área comum	Coordenador: Solicitar projeto de sistema de piso adaptado à moradia de pessoas portadoras de deficiência física ou mobilidade reduzida. Arquitetônico: Projetar sistema de piso adaptado a pessoas com deficiência ou mobilidade reduzida, atendendo a NBR 9050. Especificar a sinalização e locais de sinalização, além de considerar a adequação da camada de acabamento dos degraus das escadas e das rampas, bem como deve especificar desníveis entre as alturas das soleiras.
	17.1	Homogeneidade quanto à planicidade da camada de acabamento do sistema de piso	17.2.1	Planicidade	Coordenador: Solicitar especificação de planicidade no projeto de piso. Arquitetônico: Especificar no projeto de pisos que a planicidade da camada de acabamento ou da superfície regularizada deve apresentar valores inferior a 3 mm com régua de 2 m em qualquer direção. Casos de camadas com relevos ou que não atendam a planicidade por motivos arquitetônicos, devem ser esclarecidos no projeto e memorial descritivo, desde que atendam a NBR 9050.
4	7.1	Estabilidade e resistência estrutural dos sistemas de vedação internos	7.1.1	Estado-limite último	Coordenador ou Arquitetônico: Solicitar do projetista de estrutura que as vedações verticais internas e externas, com função estrutural, atendam item 7.2 da NBR 15575-2 e normas prescritivas. Arquitetônico: Indicar em projeto se a vedação vertical tem função estrutural ou não e apresentar as normas aplicáveis para cada sistema.
	7.2	Deslocamentos, fissuras e ocorrência de falhas nos sistemas de vedações verticais internas e externas	7.2.1	Limitação de deslocamentos, fissuras e descolamentos	Coordenador ou Arquitetônico: Solicitar dos projetistas atendimento dos limites de deslocamentos instantâneos (dh) e residuais (dhr). Arquitetônico: Indicar em projeto se a vedação vertical tem função estrutural ou não e apresentar as normas aplicáveis para cada sistema. Indicar em projeto o atendimento aos limites de deslocamentos instantâneos (dh) e residuais (dhr), indicados na tabela 1 da NBR 15575-4. Para SVVIE sem função estrutural, indicar em projeto a necessidade de comprovação de atendimento à norma a partir do resultado de ensaio, NBR 10281-3 ou anexo G da NBR 15575-4. Atender todas as normas específicas. Apresentar em seu memorial descritivo as premissas utilizadas como base de cálculo.
	7.3	Solicitações de cargas provenientes de peças suspensas atuantes nos sistemas de vedações internas e externas	7.3.1	Capacidade de suporte para as peças suspensas	Coordenador ou Arquitetônico: Solicitar dos projetistas informações quanto a capacidade de suporte para as peças suspensas. Arquitetônico: Indicar em projeto se a vedação vertical tem função estrutural ou não e apresentar as normas aplicáveis para cada sistema. Estabelecer a capacidade de suporte para as peças suspensas para SVVIE sem função estrutural, indicando as cargas de uso, os dispositivos de fixação e os locais permitidos de fixação. Apresentar em seu memorial descritivo as premissas utilizadas como base. descritivo as premissas utilizadas como base.
	7.4	Impacto de corpo mole nos sistemas de vedações verticais	7.4.1	Resistência a impactos de corpo mole	Coordenador ou Arquitetônico: Solicitar aos projetistas que atendam as normas específicas e os valores apresentados pela NBR 15575-2 e NBR 15575-4.

Parte	Item	Requisitos	Item	Critérios	Atendimento
		internas e externas, com ou sem função estrutural			Arquitetônico: Especificar sistemas de vedação vertical que atendam as condições de impacto de corpo mole, conforme tabelas D.1 e D.2 da NBR 15575-2 e F.2 da NBR 15575-4. Assegurar que o sistema de vedação projetado apresente fácil reposição de materiais de revestimento empregados. Explicar que o revestimento interno da parede de fachada multicamada não é parte integrante da estrutura da parede, nem considerado no contraventamento, quando for o caso. Especificar a necessidade de comprovação por ensaio para a liberação da execução do sistema ou especificar sistema já ensaiado.
	7.4.3	Impacto de corpo mole nos sistemas de vedações verticais internas e externas, para casas térreas, com ou sem função estrutural	7.4.3	Resistência a impactos de corpo mole	Coordenador ou Arquitetônico: Solicitar aos projetistas que atendam as normas específicas e os valores apresentados pela NBR 15575-4. Arquitetônico: Especificar sistemas de vedação vertical que atendam as condições de impacto de corpo mole, conforme tabelas F.2, F.3 e F.4 da NBR 15575-4. Assegurar que o sistema de vedação projetado apresente fácil reposição de materiais de revestimento empregados. Especificar a necessidade de comprovação por ensaio para a liberação da execução do sistema ou especificar sistema já ensaiado.
	7.5	Ações transmitidas por portas	7.5.1	Ações transmitidas por portas internas ou externas	Coordenador ou Arquitetônico: Solicitar aos projetistas que atendam as normas específicas e apresentem todas as observações e recomendações necessárias em projeto ou memorial descritivo. Arquitetônico: Especificar sistemas de vedação vertical interno ou externo já ensaiados conforme indicado e/ou exigir ensaio prévio para liberação da execução. Se houver a necessidade da realização de ensaios, seguir diretrizes da NBR 15930-2.
	7.6	Impacto de corpo duro incidente nos SVVIE, com ou sem função estrutural	7.6.1	Resistência a impactos de corpo duro	Coordenador ou Arquitetônico: Solicitar aos projetistas que atendam as normas específicas e os valores apresentados pela NBR 15575-4. Arquitetônico: Especificar sistemas de vedação vertical que atendam as condições de impacto de corpo duro, conforme tabelas F.5 e F.6 da NBR 15575-4. Especificar a necessidade de comprovação por ensaio para a liberação da execução do sistema ou especificar sistema já ensaiado.
	7.7	Cargas de ocupação incidentes em guarda-corpos e parapeitos de janelas	7.7.1	Ações estáticas horizontais, estáticas verticais e de impactos incidentes em guarda-corpos e parapeitos	Coordenador ou Arquitetônico: Solicitar projeto e detalhamento de execução de guarda-corpos e parapeitos, que devem resistir às ações das cargas de ocupação em relação aos esforços estático horizontal, estático vertical e resistência a impactos. Arquitetônico: Projetar guarda-corpos e parapeitos, estabelecendo os detalhes executivos, atendendo às normas específicas, apresentando as cargas de uso previstas para os casos especiais e atendendo às dimensões estabelecidas. Atender a NBR 14718. Mencionar em projeto ou memorial descritivo a necessidade de realização de ensaio de tipo em laboratório ou em campo, de acordo com os métodos de ensaio da NBR 14718.
	8.2	Dificultar a ocorrência da inflamação generalizada	8.2.1	Avaliação da reação ao fogo da face interna dos sistemas de vedações verticais e respectivos miolos isolantes térmicos e absorventes	Coordenador: Solicitar que o projetista de arquitetura especifique materiais que dificultem a ocorrência de inflamação generalizada. Arquitetônico: Projetar as vedações verticais de modo que as superfícies internas da vedação externa, todas as superfícies das vedações internas e os materiais empregados em seu miolo atendam as classificações adequadas, apresentadas pela NBR 15575-4.
	8.3	Dificultar a propagação do incêndio	8.3.1	Avaliação da reação ao fogo da face externa das vedações verticais que compõem a fachada	Coordenador: Solicitar que o projetista de arquitetura especifique materiais que dificultem a propagação do incêndio. Arquitetônico: Projetar as vedações verticais de modo que as superfícies externas da vedação externa (fachada) atendam as classificações adequadas, apresentadas pela NBR 15575-4.

Parte	Item	Requisitos	Item	Crítérios	Atendimento
4	8.4	Dificultar a propagação do incêndio e preservar a estabilidade estrutural da edificação	8.4.1	Resistência ao fogo de elementos estruturais e de compartimentação	Coordenador: Solicitar que o projetista de arquitetura especifique materiais que dificultem a propagação do incêndio e preservem a estabilidade estrutural da edificação. Arquitetônico: Projetar os sistemas de vedações em atendimento à NBR 14432 para controlar o risco de propagação do incêndio e preservar a estabilidade estrutural da edificação em situação de incêndio. Especificar o TRRF dos materiais, componentes e elementos. Mencionar ensaios comprobatórios.
	10.1	Infiltração de água nos sistemas de vedações verticais externas (fachadas)	10.1.1	Estanqueidade à água de chuva, considerando-se a ação dos ventos, em sistemas de vedações verticais externas (fachadas)	Coordenador ou Arquitetônico: Solicitar aos projetistas o tratamento ideal de impermeabilização e os detalhamentos construtivos para as interfaces e juntas entre componentes para evitar a penetração de água de chuva. Arquitetônico: Projetar e detalhar sistemas de vedações externas que sejam estanques à água proveniente de chuvas incidentes ou de outras fontes, caso não haja projeto específico de impermeabilização. Considerar as condições de exposição, conforme tabela 11 e a exposição a ação dos ventos, conforme figura 1 da NBR 15575-4. As esquadrias externas devem atender à NBR 10821 (revisada e ampliada em 2017).
	10.2	Umidade nas VVIE decorrente da ocupação do imóvel	10.2.1	Estanqueidade de VVIE com incidência direta de água - Áreas molhadas	Coordenador ou Arquitetônico: Solicitar aos projetistas o tratamento ideal de impermeabilização e os detalhamentos das interfaces dos elementos construtivos para evitar a infiltração de água. Arquitetônico: Identificar as áreas molháveis e molhadas conforme definição apresentada pela NBR 15575-3. Projetar as vedações de modo a não permitir infiltração de água através de suas faces e apresentar os detalhes executivos dos pontos de interface do sistema. Especificar e detalhar os sistemas de impermeabilização, caso não haja projeto específico.
			10.2.2	Estanqueidade de VVIE com contato com áreas molháveis	Coordenador ou Arquitetônico: Solicitar aos projetistas o tratamento ideal de impermeabilização e os detalhamentos das interfaces dos elementos construtivos para evitar a infiltração de água. Arquitetônico: Identificar as áreas molháveis e molhadas conforme definição apresentada pela NBR 15575-3. Projetar as vedações verticais internas e externas de modo a evitar a presença de umidade perceptível nos ambientes contíguos, desde que respeitadas as condições de ocupação e manutenção previstas em projeto e descritas no MUOME.
	11.2	Adequação de paredes externas	11.2.1	Transmitância térmica de paredes externas (Upar)	Coordenador ou Arquitetônico: Solicitar ao projetista de arquitetura que os valores de transmitância térmica (Upar) iguais ou inferiores aos valores de referência da tabela 13. Arquitetônico: Basear as decisões de projeto em resultados do cálculo simplificado (NBR 15220-2) ou de simulação computacional para a zona bioclimática do empreendimento. Solicitar a contratação de consultoria para simulação do sistema, caso julgue necessário. Atender os parâmetros dos valores de transmitância térmica (Upar), conforme tabela 13 da NBR 15575-4.
			11.2.3	Capacidade térmica de paredes externas (CTpar)	Coordenador ou Arquitetônico: Solicitar ao projetista de arquitetura o atendimento aos valores mínimos admissíveis para a capacidade térmica (CT) das paredes externas. Arquitetônico: Basear as decisões de projeto em resultados do cálculo simplificado (NBR 15220-2) ou de simulação computacional para a zona bioclimática do empreendimento. Solicitar a contratação de consultoria que simule o comportamento do sistema, caso julgue necessário. Atender aos valores mínimos admissíveis de capacidade térmica, conforme tabela 14 da NBR 15575-4.
			11.2.5	Percentual de abertura para ventilação (PV,APP)	Coordenador ou Arquitetônico: Solicitar ao projetista de arquitetura que dimensione as aberturas para ventilação, de acordo com às legislações específicas para cada cidade e conforme tabela 15 da NBR 15575-4 (recomenda-se utilizar o mais restritivo).

Parte	Item	Requisitos	Item	Crítérios	Atendimento
					Arquitetônico: Apresentar aberturas nas fachadas das habitações com dimensões adequadas para proporcionar a ventilação interna dos ambientes com permanência prolongada, atendendo legislação específica de cada cidade. Indicar em projeto a área de abertura para ventilação em relação à área de piso. Atender aos valores mínimos admissíveis para áreas de abertura para ambientes de permanência prolongada conforme tabela 15 da NBR 15575-4.
			11.2.7	Elementos transparentes	Coordenador ou Arquitetônico: Solicitar ao projetista de arquitetura que as aberturas de cada APP devem atender ao percentual de elementos transparentes ou à área de superfície dos elementos transparentes, conforme as tabelas 16, 17 e 18 da NBR 15575-4. Arquitetônico: Apresentar aberturas de cada APP atendendo ao percentual de elementos transparentes ou à área de superfície dos elementos transparentes, conforme as tabelas 16, 17 e 18 da NBR 15575-4.
	12.3	Isolamento acústico de vedações externas	12.3.1	Isolamento a ruído aéreo de sistemas de vedações externas: fachadas	Coordenador ou Arquitetônico: Solicitar ao projetista de arquitetura que as vedações externas apresentem o atendimento aos valores mínimos de diferença padronizada de nível ponderada apresentada nas tabelas F.9 e F.10 da NBR 15575-4. Arquitetônico: Projetar as vedações externas de modo a garantir o atendimento aos valores mínimos de diferença padronizada de nível ponderada apresentada nas tabelas F.9 e F.10 da NBR 15575-4. Nos casos de paredes com esquadrias, estas devem atender os valores mínimos de atenuação. Solicitar a realização de ensaios de campo para verificação de atendimento.
	12.4	Isolamento acústico entre ambientes	12.4.1	Isolamento a ruído aéreo de sistemas de vedação vertical interna	Coordenador ou Arquitetônico: Solicitar ao projetista de arquitetura que as vedações entre ambientes apresentem o atendimento aos valores mínimos de diferença padronizada de nível ponderada apresentada na tabela F.11 da NBR 15575-4. Arquitetônico: Projetar as vedações entre ambientes de modo a garantir o atendimento aos valores mínimos de diferença padronizada de nível ponderada apresentada na tabela F.11 da NBR 15575-4. Nos casos de paredes com portas ou esquadrias, estas devem atender os valores mínimos de atenuação. Solicitar a realização de ensaios de campo para verificação de atendimento.
	14.1	Paredes externas - SVVE*	14.1.1	Ação de calor e choque térmico	Coordenador: Solicitar que o projetista de arquitetura considere as ações de calor e choque térmico nas paredes externas da edificação. Arquitetônico: Prever limitação de deslocamentos, fissuras e falhas nas paredes externas, incluindo seus revestimentos, em função de ciclos de exposição ao calor e resfriamento. Especificar sistema construtivo com desempenho caracterizado ou solicitar ensaio em laboratório, conforme método apresentado no Anexo E da NBR 15575-4.
	14.2	Vida útil de projeto dos sistemas de VVIE	14.2.1	Vida útil de projeto	Coordenador: Solicitar que o projetista de arquitetura especifique a vida útil de projeto (VUP) dos sistemas de vedações verticais internas e externas. Arquitetônico: Indicar a vida útil de projeto do SVVIE igual ou superior aos valores especificados pelo anexo C da NBR 15575-1. Apresentar as condições de exposição do edifício e suas partes. Mencionar as normas aplicáveis às condições ambientais vigentes na época do projeto e a utilização prevista da edificação. Apresentar condicionantes da execução que influenciem na vida útil. Apresentar no memorial descritivo as atividades de manutenção necessárias, a serem inseridas no Manual de Uso, Operação e Manutenção, para alcançar a vida útil de projeto.
	14.3	Manutenibilidade dos sistemas de VVIE	14.3.1	Manual de uso, operação e manutenção dos sistemas de vedação vertical	Coordenador: Solicitar que o projetista de arquitetura especifique as ações necessárias para manter a capacidade funcional durante a vida útil de projeto (VUP) dos sistemas de vedações verticais internas e externas. Arquitetônico: Apresentar em memorial descritivo informações sobre as manutenções preventivas e

Parte	Item	Requisitos	Item	Crítérios	Atendimento
					manutenções de caráter corretivo, sempre que necessárias, a serem inseridas no Manual de Uso, Ocupação e Manutenção da Edificação, de acordo com as NBR 5674 e NBR 14037. Especificar em projeto todas as condições de uso, operação e manutenção de vedações verticais internas e externas, bem como recomendações gerais para prevenção de falhas e acidentes decorrentes de utilização inadequada. Mencionar as normas aplicáveis.
5	7.2	Solicitações de montagem ou manutenção	7.2.2	Cargas concentradas em sistemas de cobertura acessíveis aos usuários	Coordenador ou Arquitetônico: Solicitar dos projetistas que os sistemas de cobertura acessíveis suportem a ação simultânea de cargas aplicadas, conforme descrito em norma, sem que ocorram rupturas ou deslocamentos. Solicitar memória de cálculos e detalhamentos, com indicação de sobrecargas especiais, caso houverem. Arquitetônico: Especificar e detalhar os locais acessíveis, conforme seção 16 da NBR 15575-1. Indicar vida útil, conforme NBR 15575-1. Apresentar mapa de utilização de cobertura, indicando sobrecargas especiais.
	7.3	Solicitações dinâmicas em sistemas de coberturas e em coberturas-terraços acessíveis aos usuários	7.3.1	Impacto de corpo mole em sistemas de cobertura-terraço acessíveis aos usuários	Coordenador ou Arquitetônico: Solicitar dos projetistas que as coberturas acessíveis aos usuários sejam projetadas, construídas e montadas de modo a atender a tabela D.3 da NBR 15575-2. Solicitar aos projetistas que atendam as normas específicas. Arquitetônico: Especificar as áreas acessíveis da cobertura e estabelecer o tipo de utilização prevista. Especificar sistemas de cobertura que assegurem a fácil reposição de materiais de revestimento empregados. Especificar a necessidade de comprovação por ensaio para a liberação da execução do sistema ou especificar sistema já ensaiado.
			7.3.2	Impacto de corpo duro em sistemas de cobertura acessíveis aos usuários	Coordenador ou Arquitetônico: Solicitar dos projetistas que as coberturas acessíveis aos usuários sejam projetadas, construídas e montadas de modo a atender o item 7.3.2 e a tabela D.6 da NBR 15575-2. Solicitar aos projetistas que atendam as normas específicas. Arquitetônico: Especificar as áreas acessíveis da cobertura e estabelecer o tipo de utilização prevista. Especificar materiais de revestimento que assegurem a fácil reposição. Especificar a necessidade de comprovação por ensaio para a liberação da execução do sistema ou especificar sistema já ensaiado.
	7.4	Solicitações em forros	7.4.1	Peças fixadas em forros	Coordenador ou Arquitetônico: Solicitar aos projetistas que os forros suportem a ação de carga vertical para a fixação de luminárias e outras solicitações. Solicitar detalhamento em projeto e descrição em memorial descritivo. Arquitetônico: Indicar os elementos a serem fixados nos forros da edificação, as disposições construtivas e o sistema de fixação. Verificar com o fabricante as condições necessárias para fixação das peças no forro e fornecer estas informações em memorial descritivo.
	9.2	Manutenção e operação	9.2.1	Guarda-corpos em coberturas acessíveis aos usuários	Coordenador ou Arquitetônico: Solicitar aos projetistas que os projetos de guarda-corpos atendam a NBR 14718 e às demais normas específicas relacionadas. Solicitar apresentação dos cálculos estruturais e indicação de ensaios a serem realizados. Arquitetônico: Projetar guarda-corpos em lajes de coberturas acessíveis de acordo com a NBR 14718. Correlacionar os produtos especificados na NBR 14718 e normas vigentes específicas.
			9.2.2	Platibandas	Coordenador ou Arquitetônico: Solicitar ao projetista de estrutura que as platibandas devem ser previstas para sustentar andaimes suspensos ou balancins leves e devem suportar a ação dos esforços conforme Anexo F da norma NBR 8681. Solicitar memorial descritivo com os dados para indicação da possibilidade ou não de fixação de andaimes suspensos por ganchos e as condições de utilização em Manual de Uso, Operação e Manutenção. Arquitetônico: Prever em projeto os locais ou sistemas de sustentação de andaimes ou balancins.

Parte	Item	Requisitos	Item	Crítérios	Atendimento
5	11.2	Desempenho térmico de coberturas	11.2.1	Transmitância térmica de cobertura (Ucob)	Coordenador ou Arquitetônico: Solicitar aos projetistas o atendimento aos valores máximos admissíveis para a transmitância térmica (U) das coberturas. Arquitetônico: Basear as decisões de projeto em resultados do cálculo simplificado (NBR 15220-2) ou de simulação computacional para a zona bioclimática do empreendimento. Solicitar a contratação de consultoria para simulação do sistema, caso julgue necessário. Atender aos valores máximos admissíveis de transmitância térmica, conforme tabela 5 da NBR 15575-5. Solicitar alterações ou inclusão de materiais no sistema de cobertura para atendimento aos níveis adequados de isolamento térmica.
	12.3	Isolamento acústico de vedações externas	12.3.1	Isolamento a ruído aéreo de sistemas de vedações externas: conjunto fachadas e coberturas	Coordenador ou Arquitetônico: Solicitar o isolamento de som aéreo de fontes de emissão externas. Recomendar a contratação de consultoria especializada, caso julgue necessário. Arquitetônico: Caso não haja projeto específico de coberturas, projetar o sistema de cobertura com isolamento acústico devido a sons aéreos.
	12.4	Isolamento a ruídos de impacto	12.4.1	Isolamento a ruídos de impactos em sistemas de pisos - coberturas	Coordenador ou Arquitetônico: Solicitar que o projeto de cobertura considere os níveis de ruídos de impacto (caminhamento, queda de objetos e outros) nas edificações que facultam acesso coletivo à cobertura. Arquitetônico: Definir os locais de acesso coletivo à cobertura. Caso não haja projeto específico de cobertura, projetar o sistema considerando os níveis de ruídos de impacto.
	16.2	Manutenção dos equipamentos e componentes constituintes e integrantes do SC	16.2.1	Instalação, manutenção e desinstalação de equipamentos e dispositivos da cobertura	Coordenador ou Arquitetônico: Solicitar que o sistema de cobertura possibilite a instalação, manutenção e desinstalação de equipamentos e dispositivos. Arquitetônico: Atender as disposições da NBR 13532 (substituída pela NBR 16636).
6	7.2	Solicitações dinâmicas dos sistemas hidrossanitários	7.2.1	Sobrepessão máxima no fechamento de válvulas de descarga	Coordenador: Solicitar que os projetistas especifiquem válvulas de descarga que atendam aos ensaios previstos na NBR 15857. Orientar setor de compras para a aquisição do produto. Arquitetônico: Especificar modelo de válvula de descarga que atenda à NBR 15857.
			7.2.4	Resistência a impactos de tubulações aparentes	Coordenador ou Arquitetônico: Solicitar especificação de locais com necessidade de proteção. Verificar a necessidade de realização de ensaios de impacto. Arquitetônico: Especificar locais com necessidade de proteção para tubulações aparentes com altura até 1,5 m acima do piso.
	8.1	Combate a incêndio com água	8.1.1	Reserva de água para combate a incêndio	Coordenador ou Arquitetônico: Solicitar e verificar o atendimento à legislação e às normas brasileiras pertinentes, como NBR 10897 e NBR 13714. Arquitetônico: Prever em projeto local adequado para a reserva de água para combate ao incêndio conforme estabelecido pela legislação vigente e pelas normas da ABNT. Solicitar informações necessárias aos demais projetistas.
	9.1	Risco de choques elétricos e queimaduras em sistemas de equipamentos de aquecimento e em eletrodomésticos ou eletroeletrônicos	9.1.3	Dispositivos de segurança aquecedores de acumulação	Coordenador ou Arquitetônico: Solicitar que os projetistas especifiquem a existência dos dispositivos de alívio de sobrepessão e dispositivo de segurança que corte a alimentação de energia em caso de sobreaquecimento dos equipamentos. Arquitetônico: Especificar o sistema de aquecimento de água da edificação.
	9.2	Risco de explosão, queimadura ou intoxicação por gás	9.2.1	Dispositivos de segurança aquecedores de acumulação a gás	Coordenador ou Arquitetônico: Solicitar que os projetistas especifiquem a existência dos dispositivos de alívio de sobrepessão e dispositivo de segurança que corte a alimentação de gás em caso de superaquecimento dos equipamentos. Arquitetônico: Especificar o sistema de aquecimento de água da edificação.

Parte	Item	Requisitos	Item	Crêterios	Atendimento
6			9.2.2	Instalação de equipamentos a gás combustível	Coordenador ou Arquitetônico: Solicitar que os projetistas especifiquem todos os cuidados e recomendações necessárias para a instalação de equipamentos a gás combustível, como o nível máximo de concentração de CO₂ nos ambientes. Arquitetônico: Especificar que o funcionamento de equipamentos a gás combustível instalados em ambientes residenciais não deve ultrapassar a concentração máxima de CO₂ de 0,5%.
	9.3	Permitir utilização segura aos usuários	9.3.1	Prevenção de ferimentos	Coordenador: Solicitar a especificação de peças de utilização e demais componentes que são manipulados pelos usuários que não possuam cantos vivos ou superfícies ásperas, e esteja conforme as normas específicas. Arquitetônico: Especificar peças de utilização e demais componentes que são manipulados pelos usuários que não possuam cantos vivos ou superfícies ásperas, e esteja conforme NBR 10281, NBR 10283, NBR 11535, NBR 11778, NBR 11815, NBR 12483, NBR 13713, NBR 14011, NBR 14162, NBR 14390, NBR 14534, NBR 14580, NBR 14877, NBR 14878, NBR 15097-1, NBR 15097-2, NBR 15206, NBR 15267, NBR 15423, NBR 15491, NBR 15704-1, NBR 15705 e NBR 15857.
			9.3.2	Resistência mecânica de peças e aparelhos sanitários	Coordenador: Solicitar especificação de peças de utilização e demais componentes que possuam resistência mecânica aos esforços que são submetidos durante sua utilização e estejam conforme as normas aplicáveis. Arquitetônico: Especificar peças de utilização e demais componentes que possuam resistência mecânica aos esforços que são submetidos durante sua utilização e estejam conforme as normas NBR 10281, NBR 11535, NBR 11778, NBR 11815, NBR 12483, NBR 13713, NBR 14011, NBR 14162, NBR 14390, NBR 14534, NBR 14580, NBR 14877, NBR 14878, NBR 15097-1, NBR 15097-2, NBR 15206, NBR 15267, NBR 15423, NBR 15491, NBR 15704-1, NBR 15705 e NBR 15857.
	9.4	Temperatura de utilização da �gua	9.4.1	Temperatura de aquecimento	Coordenador: Solicitar a especificação de chuveiros, aquecedores e torneiras com controle de temperatura de água na saída do ponto de utilização sempre abaixo de 50� C e com comprovação de atendimento às NBR 12090, 14011 e 14016. Arquitetônico: Especificar chuveiros, aquecedores e torneiras com controle de temperatura de água na saída do ponto de utilização sempre abaixo de 50� C e com comprovação de atendimento às NBR 12090, 14011 e 14016.
	12	Desempenho acústico (não obrigatório)		ver anexo B (caráter informativo)	Coordenador ou Arquitetônico: Solicitar que ao projetista de instalações hidrossanitárias que especifique tipo de tratamento para atendimento aos parâmetros aceitáveis de ruído, conforme Anexo B da NBR 15575-6. Solicitar a realização de ensaios, conforme Anexo B da NBR 15575-6. Arquitetônico: Projetar as instalações sanitárias da edificação adotando decisões de projeto de modo a evitar que o sistema hidráulico de uma unidade faça divisa com o dormitório de uma unidade vizinha.
	14.1	Vida útil de projeto das instalações hidrossanitárias	14.1.1	Vida útil de projeto	Coordenador ou Arquitetônico: Solicitar que o projetista de instalações hidrossanitárias especifique vida útil de projeto (VUP). Arquitetônico: Especificar adequadamente louças e metais.
	14.2	Manutenibilidade das instalações hidráulicas, de esgotos e de águas pluviais	14.2.1	Inspeções em tubulações de esgoto e águas pluviais	Coordenador ou Arquitetônico: Solicitar que sejam possibilitadas inspeções em tubulações de esgoto e águas pluviais. Arquitetônico: Prever acesso às tubulações de esgoto e águas pluviais para inspeção.
			14.2.2	Manual de uso, operação e manutenção das instalações hidrossanitárias	Coordenador ou Arquitetônico: Solicitar a apresentação e especificação de todas as condições de uso, operação e manutenção. Arquitetônico: Especificar adequadamente elementos e componentes.

Parte	Item	Requisitos	Item	Crítérios	Atendimento
	15.6	Contaminação do ar ambiente pelos equipamentos	15.6.1	Teor de poluentes	Coordenador ou Arquitetônico: Solicitar que o projetista de instalações hidrossanitárias tome medidas para não haver possibilidade de contaminação por geração de gás. Arquitetônico: Dimensionar corretamente as aberturas para ventilação do ambiente.
	17.1	Conforto na operação dos sistemas prediais	17.2	Adaptação ergonômica dos equipamentos	Coordenador ou Arquitetônico: Solicitar a especificação de peças de utilização que proporcionem manobras confortáveis e seguras aos usuários. Arquitetônico: Atender às normas específicas e tomar cuidados para o conforto na operação dos sistemas prediais, caso especifique peças de utilização.

Fonte: Adaptado de Gealh, 2018.

CONTRIBUIÇÕES FINAIS

Este método compreende a definição da função do projetista de arquitetura como agente envolvido no processo e nas atividades que se devem realizar para o atendimento à NBR 15575. Entretanto, esta determinação pode ser entendida de forma diferente para cada empreendimento ou modificada de acordo com as particularidades de cada edificação. O intuito deste material é dar início às discussões de responsabilidade do projetista para que este não fique alheio ao atendimento à norma ou que seja penalizado futuramente, sendo responsabilizado pelo não cumprimento de algum critério ou requisito da Norma que por ventura seja entendido com de sua responsabilidade.

Apesar da determinação da responsabilidade ao atendimento de critérios específicos ajudar na tarefa de seguir a Norma de Desempenho, o projetista de arquitetura pode enfrentar dificuldades para o cumprimento da norma como: ausência de harmonização entre NBR 15575 e outras normas técnicas e legislações específicas; falta de precisão em alguns critérios, podendo gerar várias interpretações; ausência de normas brasileiras para alguns sistemas construtivos e métodos de ensaio, sendo necessária a prática e o conhecimento de normas internacionais e estrangeiras.

Desde a publicação da norma em 2013 foram canceladas, substituídas e publicadas diversas normas da ABNT. A NBR 15575 apresenta normas citadas que já foram canceladas, como a NBR 5413 – Iluminância de interiores, cancelada em 2013, por exemplo, que foi substituída pela NBR 8995-1 (Iluminação de ambientes de trabalho – Parte 1: interior) em 2013. A NBR 8995-1 não apresenta parâmetros de iluminação geral por dependência e sim por áreas de trabalho, deixando mais complicada a avaliação de atendimento ao critério 13.3.1 da NBR 15575-1. A Norma de Desempenho não cita normas importantes que foram publicadas depois de 2013, como por exemplo, a NBR 16626 – Classificação de reação ao fogo de produtos de construção, publicada em 2017. Isto deve ser resolvido em sua revisão que está em andamento.

Outra dificuldade que pode ser enfrentada é a falta de dados públicos disponibilizados sobre os sistemas comumente utilizados na construção civil, e a insegurança que existe na utilização dos dados disponíveis, pois não é apresentado um controle ou padronização dos ensaios realizados para obtenção dos resultados.

É importante observar o atendimento às normas específicas relacionadas ao projeto arquitetônico, como a NBR 6492 - Representação de projetos de arquitetura e NBR 16636-1 - Elaboração e desenvolvimento de serviços técnicos especializados de projetos arquitetônicos e urbanísticos - Parte 1 - Diretrizes e terminologia e NBR 16636-2 - Elaboração e desenvolvimento de serviços técnicos especializados de projetos arquitetônicos e urbanísticos - Parte 2 - Projeto arquitetônico, que substituíram a NBR 13531 (Elaboração de projetos de edificações – Atividades técnicas) e a NBR 13532 (Elaboração de projetos de edificações – Arquitetura), canceladas em 2017. Deve-se atentar ainda para as normas prescritivas relacionadas, pois a maior parte dos requisitos apresentados já é objeto de normas técnicas atualmente existentes, mas há novos elementos no tocante à qualidade

Observou a necessidade da substituição do projeto legal arquitetônico pelo projeto executivo por conta do resultado da intervenção para o atendimento da norma de desempenho, além de um grande passo para a melhor qualidade de projetos, influencia positivamente os demais projetistas, que passaram a apresentar mais detalhes. Todos os projetos precisam passar a apresentar obrigatoriamente o memorial descritivo e quando pertinente, o memorial de cálculo.

Um grande problema no atendimento à NBR 15575 é que muitos profissionais não reconhecem ou não aceitam as responsabilidades que tem no processo e alguns ignoram as penalizações que podem recair sobre eles em caso de ações futuras. É importante ressaltar que se o projeto está incompleto ou incorreto, o projetista pode responder, juntamente com a construtora ou incorporadora, em caso de ações judiciais.

Muitas soluções para o atendimento à Norma de Desempenho podem ser adotadas na elaboração dos projetos, pois as decisões de projeto têm papel fundamental na qualidade do empreendimento.

REFERÊNCIAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 15575-1 - Edificações habitacionais – Desempenho. Parte 1: requisitos gerais. Rio de Janeiro: ABNT, 2024.

_____. – Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 15575-2 - Edificações habitacionais – Desempenho. Parte 2: requisitos para os sistemas de estruturas. Rio de Janeiro: ABNT, 2013.

_____. – Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 15575-3 - Edificações habitacionais – Desempenho. Parte 3: requisitos para os sistemas de piso. Rio de Janeiro: ABNT, 2021a.

_____. – Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 15575-4 - Edificações habitacionais – Desempenho. Parte 4: requisitos para os sistemas de vedações verticais internas e externas. Rio de Janeiro: ABNT, 2021b.

_____. – Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 15575-5 - Edificações habitacionais – Desempenho. Parte 5: requisitos para os sistemas de coberturas. Rio de Janeiro: ABNT, 2021c.

_____. – Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 15575-6 - Edificações habitacionais – Desempenho. Parte 6: requisitos para os sistemas hidrossanitários. Rio de Janeiro: ABNT, 2021d.

AMARAL NETO, Celso de Sampaio, MAIA NETO, Francisco, D’AVILA NETO, João Freire, VITALE JUNIOR, Olivar Lorena. Norma de Desempenho: Um marco regulatório na construção civil. Manual de orientação. Disponível em: <http://precisao.eng.br/public/manual-nd.pdf>. Acesso em: 02 out. 2018.

CBIC - Câmara brasileira da indústria da construção. Desempenho de Edificações Habitacionais: Guia orientativo para atendimento à Norma ABNT NBR 15575/2013. 2 ed. Câmara Brasileira da Indústria da Construção. Fortaleza: Gadiolli Cipolla Comunicação, 2013. 308 p. Disponível em: https://www.cbic.org.br/arquivos/guia_livro/Guia_CBIC_Norma_Desempenho_2_edicao.pdf. Acesso em: 02 out. 2018.

DEL MAR, Carlos Pinto. Direito na construção civil. São Paulo: PINI, 2015.

GEALH, Jucélia Kuchla Vieira. Análise crítica da implantação da NBR 15575 em construtoras e incorporadoras. 2018. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) – Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2018.

HYBINER, Juliana Mara Batista Menezes; TIBIRIÇÁ, Antônio Cleber Gonçalves; CARVALHO, Aline Werneck Barbosa de; MURAT, Melissa Gil; HOSKEN, Carlos. Uso da NBR15575: 2013 na avaliação técnico-constructiva de um conjunto habitacional. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, XV, 2014, Maceió. Anais [...]. Maceió: UFA, 2014. p. 2197-2205. Disponível em: http://www.infohab.org.br/entac2014/artigos/paper_538.pdf. Acesso em: 13 jun. 2025.

THOMAZ, Ercio. Tecnologia, gerenciamento e qualidade na construção. São Paulo: PINI, 2001.

Capítulo 5



10.37423/250610128

PROCESSO DE ELETROCOAGULAÇÃO+BIOCARVÃO NA DEGRADAÇÃO DE AZOCORANTE REATIVO TÊXTIL

Luciano André Deitos Koslowski

*Universidade do Estado de Santa Catarina-
UDESC/CEAVI/DEC/CCT*

Alexandre Tadeu Paulino

*Universidade do Estado de Santa Catarina -
UDESC/CCT/PPGQ*



Resumo: A grande parte da água consumida nas operações da Indústria Têxtil surge posteriormente como água residual do processo, com potencial para causar danos aos corpos receptores, representando um fator de risco sério à saúde, pela presença de substâncias potencialmente tóxicas. Corantes azóicos, são corantes insolúveis que são formados no interior da fibra por reação entre um elemento de acoplamento e uma base diazotável, sendo por norma aplicados separadamente, resultando em bons níveis de solidez, sendo que à fricção nem sempre é aceitável devido ao corante que permanece aderido à superfície da fibra. A eletrocoagulação é um processo complexo que ocorre por meio de reações eletrolíticas na superfície dos eletrodos e formação de coagulantes na fase aquosa. O presente estudo apresenta como proposta avaliar o efeito comparativo de degradação de 4 tipos de pigmentos azocorantes em um efluente têxtil monosintético empregando o processo de eletrocoagulação+biocarvão combinado em um reator batelada. A investigação das variáveis de estudo (concentração de eletrólito, distância inter-eletrodo e intensidade de corrente elétrica) apontam a remoção de cor dos pigmentos na seguinte ordem: 94,92% Pigmento Vermelho, 98,76% Pigmento Azul, 91,25% Pigmento Preto, 99,22% Amarelo. Os resultados evidenciam aplicação potencial para o tratamento de azocorantes pelo processo de eletrocoagulação/biocarvão.

Palavras-chave: eletrocoagulação, biocarvão, azocorante.

1. INTRODUÇÃO

Apesar de sua importância para os países em desenvolvimento, a manufatura de têxteis é uma questão complexa em relação ao meio ambiente, uso da água e poluição resultante para os sistemas de recebimento de água de acordo com Rosa et al. (2019). Neste sentido, as diferenças apresentadas no processo de fabricação e dos tipos de insumos e produtos químicos utilizados na indústria têxtil, pode induzir a um grande desafio na caracterização do efluente têxtil e ao tipo de tratamento a ser aplicado pelo amplo espectro de substâncias recalcitrantes e tóxicas presentes (Justino et al., 2019). A indústria têxtil é considerada como uma das principais fontes de contaminação ambiental e bem-estar público de todos os setores industriais. Estes efluentes são severamente poluidores devido aos compostos químicos orgânicos e inorgânicos complexos que são usados durante várias etapas do processamento têxtil. Os constituintes não utilizados de cada etapa são descartados como águas residuais, que possuem cor forte devido à presença de corantes residuais, alta matéria orgânica e inorgânica, turbidez, pH e produtos químicos tóxicos. A indústria têxtil é considerada uma das principais fontes de contaminação ambiental entre os setores industriais conforme Lach et al. (2022). Os corantes azóicos são compostos coloridos, insolúveis em água, sintetizados sobre a fibra durante o processo de tingimento. Os corantes azoicos constituem a maior classe de corantes sintéticos, visto que apresentam características satisfatórias em termos de resistividade à luz e à umidade, além de promoverem tingimentos de alta fixação reportado por Chen et al. (2024). A resistência a vários tipos de tratamento, devido a dificuldade de mineralização e biopersistência em meio aquático constituem as principais características dos corantes azoicos, uma vez que os métodos convencionais não são considerados satisfatórios para o tratamento de seus efluentes conforme Periyasamy (2024). Destaca-se também, que em função das propriedades particulares de alguns corantes azo reativos, como por exemplo, seus baixos percentuais de fixação e exaustão, onde parte significativa do corante adicionado permanece na fase líquida durante o processo de tingimento, não sendo absorvido e fixado ao material têxtil de acordo com Belli et al. (2024).

Os efluentes após o tratamento são lançados nos corpos receptores, dessa maneira, os parâmetros devem estar de acordo com as resoluções ambientais. Como a Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) nº 357 de 17 de março de 2005 e a Resolução CONAMA nº 430 de 13 de maio de 2011. A Resolução CONAMA nº 357/2005, que complementa a Resolução CONAMA nº 430/2011, dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, estabelecendo condições e padrões de lançamento de efluentes (Quadro 1). De

acordo com a resolução, o corpo hídrico que receberá esse efluente é o de água doce de classe I, que segundo o art. 4º, inciso II, alínea “a” pode ser destinado ao abastecimento para o consumo humano. Porém, a legislação federal não delimita todos os parâmetros, como é o caso da Demanda Química de Oxigênio (DQO), Carbono Orgânico Total (COT) e dos sólidos totais (ST).

Quadro 1 - Padrões de lançamento de efluentes – Legislação Resolução Conama.

<i>Parâmetro</i>	<i>Valor</i>	<i>Legislação</i>
<i>Alumínio dissolvido</i>	<i>0,10 mg/L</i>	<i>Resolução CONAMA nº 357, art. 14</i>
<i>Cor verdadeira</i>	<i>75,0 mg Pt/L</i>	<i>Resolução CONAMA nº 357, art. 15</i>
<i>DQO</i>	<i>150 mg/L</i>	<i>Resolução CONSEMA nº 355</i>
<i>pH</i>	<i>6 a 9</i>	<i>Resolução CONAMA nº 357, art. 14</i>
<i>Turbidez</i>	<i>40 UNT</i>	

Fonte: do autor (2025)

Nos últimos anos, tratamentos alternativos de águas residuais têm sido investigados em relação a questões e aplicações que minimizem os impactos ambientais de acordo com Koslowski et al. (2025).

O processo de EC apresenta um conjunto operacional simplificado, mas bastante eficiente, não empregando produtos químicos, gera pouco lodo e apresenta custo bastante competitivo quando comparado com os tratamentos convencionais conforme Papadopoulos et al. (2019).

O processo de EC envolve três etapas, onde todas ocorrem in situ:

- (a) formação do coagulante pela oxidação eletrolítica do eletrodo de sacrifício;
- (b) desestabilização dos contaminantes, suspensão das partículas e quebra de emulsões;
- (c) agregação das fases desestabilizadas para formar os flocos.

Do mesmo modo, a água também é eletrolisada em uma reação paralela, produzindo pequenas bolhas de oxigênio no ânodo e hidrogênio no cátodo. As bolhas formadas permitem atrair as partículas floculadas e, por meio de flutuação natural, os poluentes floculados se deslocam por flotação até a

superfície conforme Shokri e Fard, (2021). Os eletrodos utilizados para o processo de EC geralmente são de alumínio ou de ferro, devido ao baixo custo econômico e grande disponibilidade. A configuração desses eletrodos pode ser monopolar ou bipolar, como também pode ser utilizado um de cada tipo. O alumínio metálico é mais indicado que o ferro metálico no processo de EC, haja visto que os íons metálicos e hidróxidos produzidos pelos eletrodos de ferro são mais solúveis, sendo menos eficientes no processo de EC reportado por Vepsäläinen e Sillanpää (2020). A distância entre os eletrodos também pode ser considerado um fator importante no processo de EC, visto que o campo eletrostático sofre influência da distância entre o ânodo e o cátodo. Na literatura, estudos reportam que uma distância pequena entre os eletrodos, promove aumento da densidade de corrente de forma correspondente e, o processo de dissolução do sacrifício ânodo será mais evidente, portanto, a remoção de contaminantes aumenta (Guo et al., 2022).

O biocarvão (BC) tem sido utilizado em vários estudos devido a sua capacidade de sorção de contaminantes orgânicos e inorgânicos. O biocarvão é um material poroso rico em carbono produzido por meio de tratamento termoquímico (pirólise ou carbonização) de biomassa orgânica em ambientes na ausência ou limitada concentração de oxigênio. O biocarvão apresenta vantagens econômicas, pelo fato de permitir sua reutilização como um resíduo de biomassa, minimizando os impactos de sua disposição final exaustiva conforme Lopes e Astruc (2021). Devido a reutilização de materiais que seriam descartados, o biocarvão apresenta um custo inferior ao carvão ativado. Assim, o biocarvão pode ser obtido por processos de pirólise de conversão à baixa temperatura (CBT) de uma biomassa. Sua aplicação como material adsorvente vem sendo amplamente estudada em função do seu poder de adsorção, uma vez que no processo de conversão da biomassa se busca obter materiais com melhores propriedades físico-químicas. Neste sentido, pesquisas recentes demonstram a aplicação do biocarvão, como material adsorvente com propriedades que provocam impactos reduzido ao meio ambiente (eco-friendly), apresentando presença significativa de grupos funcionais e espécies de materiais inorgânicos, com estruturas micro e/ou meso-porosas e de elevada capacidade de adsorção, com ampla aplicação na remoção de contaminantes presentes nas águas residuais reportado por Liang et al. (2021).

O biocarvão apresenta acentuada porosidade, extensa área superficial, capacidade de remoção de matéria orgânica e nutrientes e adsorção de metais de acordo com Sanchez-Monedero et al. (2018). Neste sentido, o biocarvão constitui em um excelente material adsorvente para a remediação de metais possivelmente tóxicos e poluentes orgânicos e inorgânicos, em razão da sua estrutura porosa.

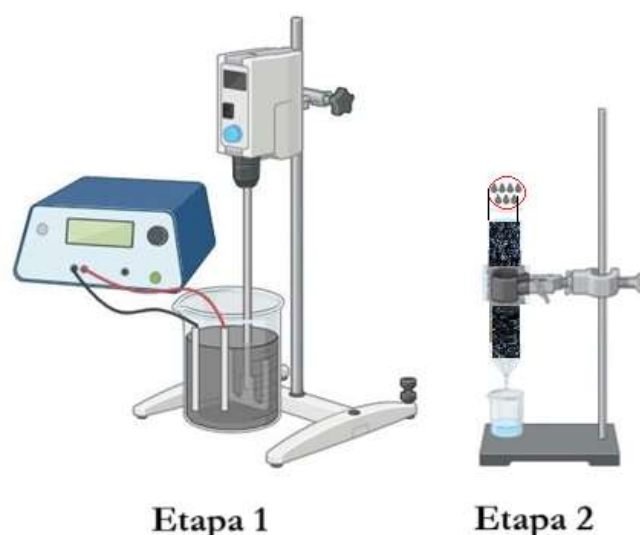
Este estudo teve como objetivo investigar o efeito do tratamento EC/BC aplicado a efluentes sintéticos provenientes de pigmentos azo corantes. Por meio da análise físico-química da água residuária tratada e da degradação do azo corante por meio de análise via espectrofotométrica foi avaliada a eficiência do tratamento. Portanto, pode-se vislumbrar que este trabalho forneça uma abordagem futura para aplicação do biocarvão envolvendo sistemas de tratamento de águas residuária aplicando a eletrocoagulação.

2. METODOLOGIA

O biocarvão utilizado no presente trabalho é proveniente de uma usina geradora de energia elétrica, com capacidade de 10 GW, a partir da combustão de uma fonte renovável de biomassa florestal a uma temperatura entre 900 °C a 1.000 °C, e com baixas emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE).

O aparato experimental para o sistema combinado EC/BC do efluente sintético têxtil, foi realizado empregando uma fonte de corrente contínua de energia (LABO 2845 115 VCA, Brasil), com uma faixa de corrente de 0 a 5 A, e tensão ajustável de 0 a 20 V, com o auxílio de um sistema de agitação magnética (A célula eletroquímica foi submetida a um agitador magnético (MicroQuímica MQAMA 301) a uma velocidade de agitação constante de 300 rpm para proporcionar homogeneidade da solução.), em um reator eletroquímico de borossilicato com capacidade de 2 L (Figura 1).

Figura 1 – Aparato experimental do processo combinado EC (Etapa 1) e BC (Etapa 2).



Fonte: do autor (2025)

No interior do reator foi instalado um sistema monopolar de eletrodos de alumínio como ânodo e cátodo, com as seguintes dimensões: 100 mm de comprimento, 40 mm de largura e 1 mm de espessura. Os eletrodos foram submersos a uma profundidade de 78 mm, fornecendo uma área superficial de contato de aproximadamente 31,2 mm². As estratégias foram definidas, empregando os seguintes valores operacionais: intensidade de corrente elétrica (ICE) de 0.50 A, distância inter-eletrodos (DIE) de 6 cm, concentração de pigmento azo corante de 0.10 g L⁻¹, concentração do eletrólito (NaCl) de 2 g L⁻¹. Os pigmentos utilizados foram os corantes reativos polifuncionais: amarelo ME4G 225, azul EXSF 300, preto B150 e vermelho XD-WF da empresa Colourtex Company. A coluna de vidro de borossilicato apresenta 2,5 cm de diâmetro e 30 cm de altura, sendo utilizado uma altura de 10 cm de coluna de biocarvão para o sistema de adsorção de compostos não degradados no processo de eletrocoagulação.

O Quadro 2 abaixo indica os pigmentos azo corantes (n=1) identificado com o n° de CAS (Chemical Abstracts Service) empregados nos ensaios experimentais para degradação via sistema combinado EC/BC, realizados em triplicata.

Quadro 2 – Parâmetros do processo combinado EC/BC (n = 1)

Pigmento	CAS	Fórmula Molecular	Massa Molar
Amarelo ME4G 225	84000-63-5	C ₂₆ H ₂₄ ClN ₉ Na ₂ O ₁₂ S ₃	832.1494
Azul Marinho EX-SF 300%	66557-45-7	C ₁₈ H ₁₉ ClN ₆ O ₅	434.83366
Preto B150	241-164-5	C ₁₃ H ₂₂ O	194.31
Vermelho XD-WF	1421938-16-0	C ₁₇ H ₁₉ ClN ₄ O ₄	378.81

Fonte: do autor (2025)

Os procedimentos de coleta, armazenamento e conservação das amostras seguiram a norma NBR 9898 (ABNT, 1987). Os parâmetros físico-químicos foram testados de acordo com o procedimento recomendado pela American Public Health Association (APHA, 2012). Os ensaios físico-químicos foram realizados por meio da determinação de pH via método eletrométrico (Hanna HI 3221) e turbidez via método nefelométrico (Hanna HI 93703). A degradação dos pigmentos azo corantes foram determinadas utilizando um espectrofotômetro UV-Vis (Spectroquant Prove 600) operando numa

faixa de comprimento de onda de 200 nm a 800 nm.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 ENSAIOS FÍSICO-QUÍMICOS: TURBIDEZ E PH

Os resultados dos ensaios físico-químicos da turbidez e pH com seu respectivo desvio padrão encontram-se representadas na Tabela 1, conforme parâmetros operacionais adotados para os ensaios do sistema combinado EC+BC.

Tabela 1 – Resultados dos ensaios físico-químicos do processo EC+BC combinado.

Pigmento Azo	Tratamento	pH	Turbidez
Amarelo ME4G 225	Efluente Sintético (ES)	5,96 $\pm$ 0,03	1,0 $\pm$ 0,11
Azul Marinho EX-SF 300	Efluente Sintético (ES)	5,45 $\pm$ 0,05	1,2 $\pm$ 0,17
Preto B150	Efluente Sintético (ES)	5,87 $\pm$ 0,05	1,0 $\pm$ 0,14
Vermelho XD-WF	Efluente Sintético (ES)	6,05 $\pm$ 0,06	1,2 $\pm$ 0,12
Amarelo ME4G 225	Tratamento EC	7,10 $\pm$ 0,25	4,1 $\pm$ 0,40
Azul Marinho EX-SF 300	Tratamento EC	6,10 $\pm$ 0,33	3,2 $\pm$ 0,27
Preto B150	Tratamento EC	6,00 $\pm$ 0,24	3,0 $\pm$ 0,21
Vermelho XD-WF	Tratamento EC	6,3 $\pm$ 0,30	2,7 $\pm$ 0,19
Amarelo ME4G 225	Tratamento BC	7,25 $\pm$ 0,10	2,0 $\pm$ 0,17
Azul Marinho EX-SF 300	Tratamento BC	6,40 $\pm$ 0,15	1,1 $\pm$ 0,10
Preto B150	Tratamento BC	6,85 $\pm$ 0,18	1,0 $\pm$ 0,13
Vermelho XD-WF	Tratamento BC	6,75 $\pm$ 0,16	1,3 $\pm$ 0,20

Fonte: do autor (2025)

O Valor Máximo Permitido (VMP) para a realização do despejo de efluentes industriais é dado por meio de resoluções do Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama) e pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA). A Resolução Conama nº 430/2011, estão descritas as condições do padrão de lançamento do efluente industrial, sendo o valor máximo permitido para o pH para efluentes industriais situa-se na faixa de 6,00 a 9,00 e para a turbidez valores inferiores a 100 UNT. Considerando os dados obtidos na tabela 1, todos os valores referentes à turbidez atendem a Resolução Conama 430/2011. Garcia-Segura et al. (2017), afirmam que dependendo da densidade dos flocos formados, a

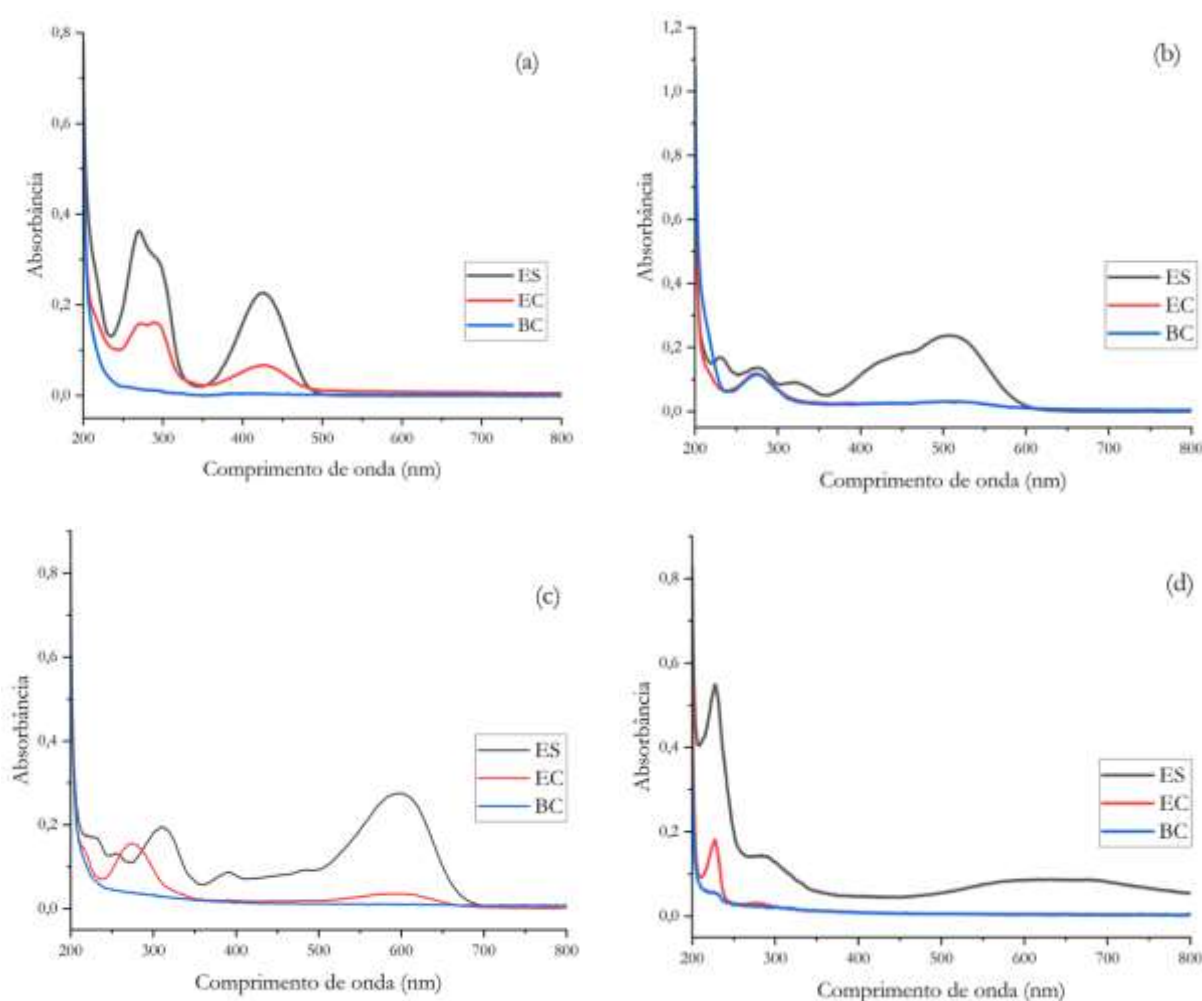
remoção dos poluentes pode ocorrer tanto por precipitação (formação de lodo), quanto por flotação (com a formação de gases e espuma). De forma análoga, a aplicação de uma ICE reduzida (0,50 A) no processo de eletrocoagulação promove a dissolução de íons metálicos que geram hidróxidos metálicos e a neutralização das cargas superficiais e, desestabilização das partículas coloidais, promovendo assim um pequeno aumento na turbidez. Lach et al., (2022), reportaram em sua pesquisa que um aumento na ICE assegura uma transferência de íons do eletrodo para o meio aquoso, com aumento da velocidade da reação, propiciando a formação de coagulante/floculante necessários para os mecanismos de remoção de cor no meio. Em relação a utilização do sistema EC+BC, foi observada redução da turbidez em todos os experimentos comparativamente ao processo EC convencional. A filtração foi realizada passando o efluente, em fluxo descendente, com vazão média de 4,40 mL min⁻¹ para o sistema de filtros com BC. Os dados sumarizados na Tabela 1 apontam que o tratamento combinado EC+BC apresenta um aumento do valor do pH comparativamente ao processo de EC individual e ao efluente sintético preparado, inclusive este encontra-se em faixa mais ácida não atendendo a legislação. Com base nos dados apresentados na Tabela 1, para todos os experimentos foi observado um aumento do pH no tratamento combinado EC/BC comparativamente ao efluente sintético. Os eletrodos de Al liberam íons trivalentes de Al³⁺ que são oxidados a Al(OH)₃, liberando seus íons de hidróxido (OH⁻) no cátodo. A liberação e absorção desses íons de acordo com a natureza eletroquímica do efluente afetam o pH inicial da solução, além de, essas espécies de óxidos facilitam a sedimentação dos poluentes conforme Tahreen, Jami e Ali (2020). O aumento do pH pode ser atribuído a eletrólise da molécula de H₂O com a geração de íons OH⁻ no cátodo e a liberação dos gases de hidrogênio (H⁺). Lach et al. (2022) reportaram o aumento no valor do pH em um efluente ácido acontece devido a liberação do gás CO₂, do borbulhamento do hidrogênio da formação de precipitados de outros ânions com o íon Al³⁺.

3.2 DEGRADAÇÃO DO AZO CORANTE – ESPECTRO UV-VISÍVEL

A avaliação do comportamento de degradação dos azocorantes deste estudo foi avaliada por meio dos diferentes comprimentos de onda no espectro UV-visível, por meio de varredura espectral das amostras coletadas após 60 minutos de ensaio do processo combinado EC/BC. A concentração de corante degradado foi determinada por meio da absorbância em espectrofotômetro no comprimento de onda de 287 e 428 nm para o corante Amarelo ME4G 225 redução da absorbância de 0,797 do ES para 0,011 para o sistema combinado EC/BC (redução de 98,61% na cor do ES) e 0,514 (ES) para 0,04 nm (EC/BC (redução de cor de 99,22%); para o corante Vermelho XD-WF a absorbância foi

determinada nas faixas de comprimento de onda de 224 nm (94,92% de redução), 288 nm (85,98% de redução); para o corante Preto B150 a absorbância foi determinada nas faixas de comprimento de onda de 311 nm (81,01% de redução), 598 nm (91,25% de redução); e para o corante Azul Marinho EX-SF 300 a absorbância foi determinada nas faixas de comprimento de onda de 196 nm (38,28% de redução), 231 nm (78,07% de redução) e 508 nm (98,76% de redução) conforme apresentado na Fig. 2.

Figura 2 – Varredura espectral referente a degradação dos corantes no processo combinado EC/BC comparativamente ao efluente sintético (ES). (a) Amarelo ME4G 225; (b) Vermelho XD-WF; (c) Preto B150; (d) Azul Marinho EX-SF 300.



Fonte: do autor (2025)

A análise dos picos de absorbância denota redução significativa de cor, indicando que o processo EC+BC combinado apresenta desempenho promissor com relação ao tratamento de águas residuárias

proveniente da indústria têxtil. Em relação a baixa redução (38,28%) do corante Azul Marinho EX-SF 300 no comprimento de onda de 196 nm sugere-se que as moléculas do corante ainda são mantidas na solução após o tratamento.

Portanto, sabe-se que os corantes azoicos utilizados no processo são caracterizados por ligações azo ($N = N$) e possuem grupos SO_3^- e COO^- , apresentando alta solubilidade e não são facilmente adsorvidos conforme Núñez, et al. (2019). O estado das moléculas do corante em solução tem uma influência considerável na eficiência da remoção da cor por coagulação, ocorrendo a presença de grupos carregados como $-NH-$, $-NH_2$ e $-SO_3H$ na estrutura do corante, afeta diretamente as propriedades elétricas do corante e consequentemente a reação de neutralização entre o coagulante e o corante, que por sua vez afeta a coagulação de acordo com Mcyotto, et al. (2021). Portanto, a definição de cinética de adsorção é dada pela taxa de remoção do adsorvato (corante) na fase fluida em relação ao tempo, envolvendo a transferência de massa dos componentes contidos em uma solução líquida para o interior da partícula do BC (adsorvente), a qual depende da interação adsorvato-adsorvente.

4. CONCLUSÃO

O objetivo principal do estudo foi avaliar a eficiência do processo EC+BC combinado em relação ao tratamento de um efluente sintético proveniente da indústria têxtil e avaliar a remoção de cor. Os estudos envolvendo a aplicação do sistema EC+BC combinado apontam um excelente desempenho do biocarvão como material adsorvente na remoção de corante com valores de remoção acima de 90%. Os mecanismos de adsorção e redução da superfície do BC podem ser efetivamente usados para tratar águas residuárias da indústria têxtil, já que a superfície do BC estará carregada negativamente, o que justifica o maior acúmulo de cátions. O biocarvão, desempenhou elevada capacidade de sorção dos corantes empregados neste estudo, demonstrando que a área superficial do BC aumenta com a ativação química do tratamento químico modificado da superfície. Com estes resultados pode-se afirmar que o sistema Eletrocoagulação+Biocarvão combinado é uma técnica promissora na remoção do corante em relação às técnicas convencionais além de atender os princípios da Química Verde como técnica de tratamento de águas residuárias sem uso de produtos químicos no seu processo.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9898: Preservação e técnicas de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores. 22p. Rio de Janeiro, 1987.

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. APHA: Standard methods for the examination of water and wastewater. APHA: 22^a. ed. Washington, 2012.

BELLI, Tiago José et al. Treatment of azo dye-containing wastewater in a combined UASB-EMBR system: Performance evaluation and membrane fouling study. *Journal of Environmental Management*, v. 365, p. 121701, 2024.

CHEN, Du et al. Synthesis and dyeing performance of novel heterocyclic azo disperse dyes for polylactic acid fiber. *Dyes and Pigments*, v. 228, p. 112198, 2024.

CONAMA. Resolução nº 357, de 18 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Brasília: DOU, 2005.

CONAMA. Resolução nº 430, de 13 de maio de 2011. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução no 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. Brasília: DOU, 2011.

GARCIA-SEGURA, S. et al. Removal of organic contaminants from secondary effluent by anodic oxidation with a boron-doped diamond anode as tertiary treatment. *Journal of Hazardous Materials*, v. 283, p. 551-557, 2015. GUO, Zijing et al. Electrochemical methods for landfill leachate treatment: A review on electrocoagulation and electrooxidation. *Science of the Total Environment, China*, v. 806, ed. 150529, p. 1-19, 1 fev. 2022.

- JUSTINO, N. M. Degradação sazonal de efluentes têxteis por processo foto-Fenton solar mediado por ferrioxalato: descoloração e comportamento dos sólidos. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, v. 24, p. 33-43, jan. 2019.
- KOSLOWSKI, Luciano André Deitos et al. Treatment of wastewater from a printing industry using electrocoagulation. *Revista Ambiente & Água* vol. 20, e3039, p. 01-13, 2025.
- LACH, Carlos Eduardo et al. Investigating the process of electrocoagulation in the removal of azo dye from synthetic textile effluents and the effects of acute toxicity on *Daphnia magna* test organisms. *Journal of Water Process Engineering*, v. 45, p. 102485, 2022.
- LIANG, Liping et al. Review of organic and inorganic pollutants removal by biochar and biochar-based composites. *Biochar*, v. 3, p. 255-281, 2021.
- MCYOTTO, F. et al. Effect of dye structure on color removal efficiency by coagulation. *Chemical Engineering Journal*, v. 405, p. 1–13, 2021.
- NÚÑEZ, J. et al. Application of electrocoagulation for the efficient pollutants removal to reuse the treated wastewater in the dyeing process of the textile industry. *Journal of Hazardous Materials*, v. 371, p. 705–711, 2019.
- PAPADOPOULOS, Konstantinos P. et al. Treatment of printing ink wastewater using electrocoagulation. *Journal of environmental management*, v. 237, p. 442-448, 2019.
- PERIYASAMY, Aravin Prince. Recent advances in the remediation of textile-dye-containing wastewater: prioritizing human health and sustainable wastewater treatment. *Sustainability*, v. 16, n. 2, p. 495, 2024.
- ROSA, Jorge Marcos et al. Toxicity and environmental impacts approached in the dyeing of polyamide, polyester and cotton knits. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, v. 7, n. 2, p. 102973, 2019.
- SANCHEZ-MONEDERO, M. A. et al. Role of biochar as an additive in organic waste composting. *Bioresource Technology*, v. 247, p. 1155-1164, 2018.
- TAHREEN, A.; JAMI, M. S.; ALI, F. Role of electrocoagulation in wastewater treatment: a developmental review. *Journal of Water Process Engineering*, v. 37, p. 1–11, 2020.
- VEPSÄLÄINEN, Mikko; SILLANPÄÄ, Mika. Electrocoagulation in the treatment of industrial waters and wastewaters. In: *Advanced water treatment*. Elsevier, 2020. p. 1-78.

Capítulo 6



10.37423/250610140

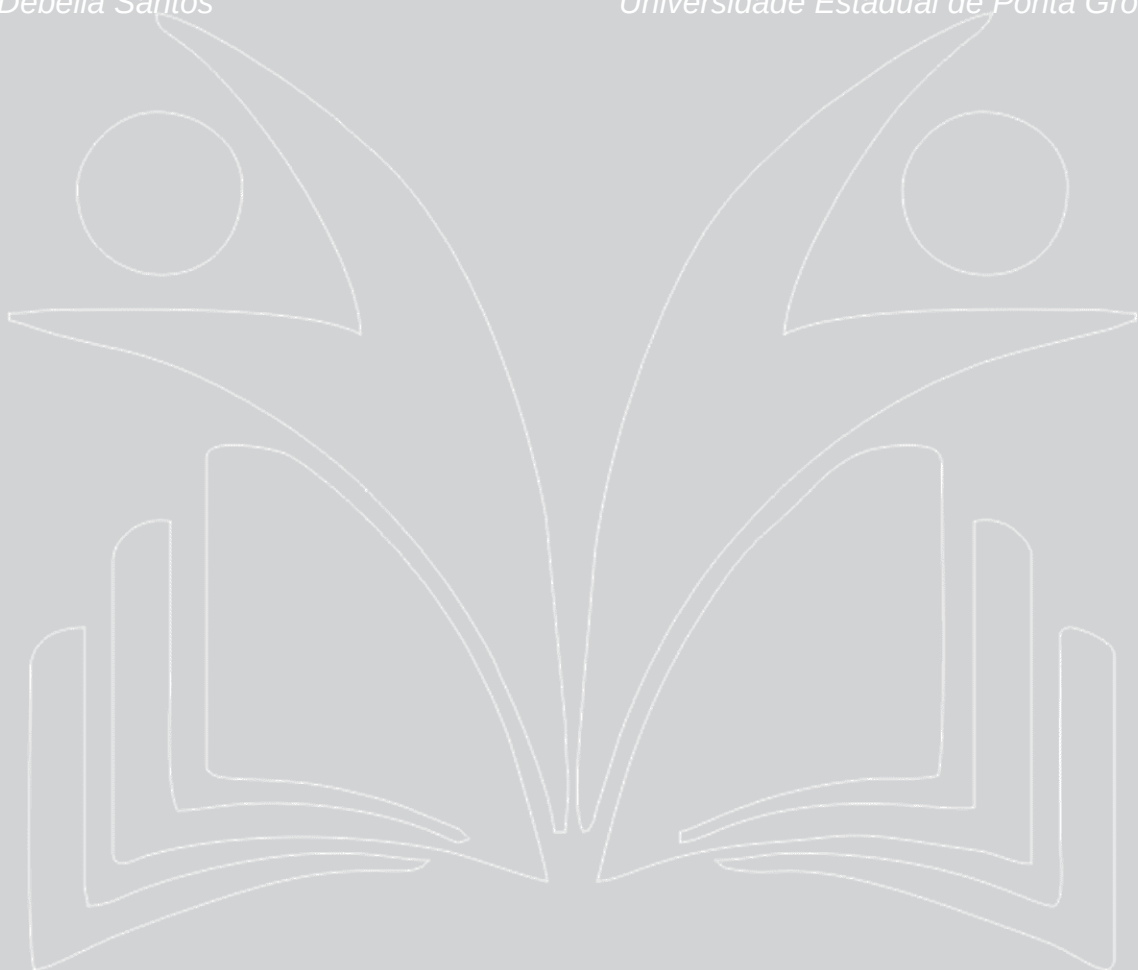
ANÁLISE DOS PROJETOS ARQUITETÔNICOS DAS MORADIAS ESTUDANTIS DA UNIVERSIDADE ESTADUAL DO PARANÁ: PARANAVAÍ E CAMPO MOURÃO

Fábio Eduardo Almeida Saldanha Muniz

Universidade Estadual de Ponta Grossa

Leticia Col Debella Santos

Universidade Estadual de Ponta Grossa



Resumo: O estudo realiza uma comparação entre o projeto de duas moradias estudantis da Universidade Estadual do Paraná visando avaliar condições de qualidade de vida e moradia para futuros estudantes-moradores, identificar diferenças entre uma construção nova e uma reforma e discutir sobre diferentes tipologias. O caso de Campo Mourão refere-se a uma antiga maternidade, que será reformada para abrigar a sua nova função de alojamento. Já em Paranavaí trata-se de uma construção nova que seguirá o modelo de quartos individuais. A metodologia incluiu uma comparação de ambos os projetos e sua correlação com normas e recomendações pertinentes para conferência e atendimento da análise. Os resultados destacaram a importância de uma infraestrutura adequada. No alojamento de Campo Mourão, os ambientes de serviço atendem sua função, mas foram identificadas deficiências nas áreas de estudo, a falta do ambiente de enfermaria e o uso de camas sobrepostas, apesar de não serem recomendadas, como tentativa de otimizar o espaço. Em Paranavaí, a privacidade dos quartos individuais permite espaços reservados para estudo, o que inclusive indica maior facilidade para inclusão de alunos trans, todavia há falhas na projeção de áreas de convívio coletivo. Apesar disso, como esperado, a reforma apresenta uma opção economicamente mais viável para a implantação das moradias, no entanto uma construção nova há diversos fatores de funcionamento e habitabilidade que já podem ser observados no seu projeto.

Palavras-chave: Moradias estudantis. Alojamento. Dormitórios. Reforma. Construção nova.

1. INTRODUÇÃO

A Universidade Estadual do Paraná (UNESPAR) é uma instituição de ensino superior pública que desempenha um importante papel no quadro educacional do estado do Paraná. Fundada em 2001, a universidade que possui como característica de ser uma instituição de ensino multicampi, com sede em seis municípios, como Apucarana, Campo Mourão, Curitiba I e II, Paranaguá, Paranavaí e União da Vitória. Essa abrangência geográfica da UNESPAR permite que atenda a uma ampla gama de estudantes de diferentes regiões, sendo assim, atualmente a universidade acolhe mais de dez mil alunos, de acordo com informações do site da própria instituição.

Frente a essa abrangência geográfica que a instituição de ensino engloba, surgiu a necessidade de explorar o uso das moradias estudantis, que são espaços residenciais compartilhados destinados a estudantes que buscam uma opção de acomodação durante sua trajetória acadêmica. Essas moradias oferecem acesso facilitado à educação, pois permitem que estudantes de outras cidades, ou estados tenham a oportunidade de estudar em instituições distantes de suas residências (DITTA, 2018).

A problematização da pesquisa está relacionada que atualmente a Universidade possui um alto índice de evasão escolar e alunos vivendo em situação de vulnerabilidade social, especialmente com deficiência em sua moradia, de acordo com a Pró-Reitoria de Políticas Estudantis e Direitos Humanos (PROPEDH). O interesse da PROPEDH é utilizar essas residências como forma de combate a esse problema. Além disso, é de interesse que as moradias estudantis proporcionam um espaço propício para a realização de eventos e cursos diversos para a comunidade, abrangendo atividades de ensino, pesquisa e extensão, segundo Santos (2023).

A justificativa para o tema deste estudo reside na elaboração de uma pesquisa que identificou uma lacuna de conhecimento em pesquisas, uma vez que a UNESPAR atualmente não possui residências universitárias em funcionamento, existindo apenas projetos em desenvolvimento, como nos campi de Paranavaí e Campo Mourão, os quais constituem o foco deste estudo. A UNESPAR enfrentou desafios na concepção dos projetos dessas moradias, especialmente no que se refere ao dimensionamento da área necessária para atender plenamente ao programa de necessidades estabelecido no termo de referência para contratação dos projetos, que não estipulou de fato a área necessária. Tais dificuldades resultaram em problemas internos, incluindo a possibilidade de aditivos contratuais ou desdobramentos jurídicos.

Dado o exposto, o presente trabalho tem como objetivo geral conduzir uma análise dos parâmetros de qualidade de projeto arquitetônico, utilizando como exemplo as moradias de Campo Mourão e Paranaíba. Nesta pesquisa, foram definidos objetivos específicos que guiaram o estudo. Procurou-se levantar os principais tópicos do código de obras que regulamentam a construção ou reformas. Em seguida, foi realizada uma busca por elementos que contribuam, de fato, para a qualidade habitacional dos espaços destinados aos estudantes. Além disso, objetivou-se a produção de um material teórico que reúna de forma resumida as informações essenciais para a concepção das áreas desses ambientes. Por fim, o estudo visa promover discussões que visem favorecer o desenvolvimento acadêmico, tanto no âmbito social quanto pessoal dos futuros moradores, além de estabelecer critérios básicos de habitabilidade.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 NOMECLATURA E ORIGEM DAS RESIDÊNCIAS ESTUDANTIS

As moradias estudantis desempenham um papel fundamental na vida acadêmica, essas podem assumir diferentes formatos e estilos arquitetônicos, visando atender às necessidades e preferências dos usuários. O objeto de estudo em foco do presente trabalho, é a residência estudantil, que é de propriedade das Instituições de Ensino Superior ou das Instituições de Ensino Secundaristas Públicas. Essas residências são gerenciadas pelas próprias instituições e proporcionam como vantagem aos estudantes um ambiente mais seguro e adequado para morar durante sua jornada acadêmica (NETO, 2011).

A origem das residências estudantis foram a partir do modelo de alojamento. Segundo Ribeiro (2008), as primeiras essas casas de estudantes surgiram em Portugal, pela Universidade de Coimbra, em 1290, tinham grandes ambientes para serem compartilhadas pelos estudantes, como num grande salão, com oito a dez estudantes por dormitório, apenas a área de refeições e a área de convivência comunitária eram partilhadas. Com o êxito dessa iniciativa levou à difusão da tipologia pela Europa e para outros continentes, frente a demanda de cada região (SAYEGH, 2009).

Vale ressaltar que, segundo Ribeiro (2008), o surgimento dessas moradias aconteceu, pois muitos de seus acadêmicos vinham de regiões distantes e necessitavam de local para residir perto da universidade de estudo. Dentro do território brasileiro, a primeira casa de estudantes em que se há registro foi em Ouro Preto, Minas Gerais, no ano de 1850, a República Castelo dos Nobres, que foi fundada por estudantes de engenharia da universidade citada. Essa república seguia a tipologia de

várias casa de aluguel a preços bem acessíveis, na qual o estudante dividiria as despesas, segundo Sayegh (2009), esse sistema foi fortemente influenciado pela República de Coimbra, dado o vínculo entre Brasil e Portugal

2.2 TIPOLOGIAS E A ARQUITETURA DAS MORADIAS ESTUDANTIS

No que diz respeito à arquitetura das moradias estudantis Neuferrd (1998) apresenta diretrizes relacionadas à área, população e serviços das instalações comuns desses edifícios. Essa diferenciação varia de acordo com a tipologia adotada em projeto: dormitórios isolados ou alojamento com camas compartilhadas em um salão.

De acordo com o Neuferrd (1998), para o formato de dormitório isolado, a capacidade ideal varia de 70 a 90 estudantes para edifícios de vários andares, ou de 12 a 15 estudantes por pavimento em casos de grupos menores e pelo tipo de dormitório. Além disso, destaca que o esquema mais comumente utilizado é o edifício em vários andares, enquanto os pavilhões são mais indicados para residências de maior porte. Essas informações fornecem parâmetros para o planejamento e o projeto arquitetônico das moradias estudantis, visando a acomodação adequada dos estudantes e a oferta de espaços comuns que atendam às suas necessidades (NEUFERRD, 1998).

Ainda, Neuferrd (1998) comenta outras questões básica do funcionamento das moradias, como exemplificado que a cozinha normalmente é utilizada pelos próprios estudantes (em grupos de 04 a 06), e deve conter equipamentos essenciais como: fogão, bancada resistente a arranhões e fogo, escorredouro, lava louça, armários coletivos armários e individuais, geladeira com freezer, pia e armários com itens de limpeza. A área de serviço deve ser completada com lava roupa, estendal e tábua de passar o ferro. De acordo com Neuferrd (1998), são abordadas as condições de limpeza nas moradias estudantis, incluindo a proporção de instalações sanitárias por estudante. O autor recomenda a disponibilidade de um conjunto de vaso sanitário, pia e ducha para cada grupo de 4 a 8 alunos, considerando se o uso é permanente ou limitado a determinados horários.

Figura 1 e 2: Dormitório da moradia da USP (a esquerda) e imagem de um alojamento (a direita)

Fonte: Acervo divisão de Infraestrutura - UNESPAR

Para as lavanderias, o autor não estabelece um quantitativo recomendado de área por metro quadrado. No entanto, recomenda a disponibilização de pelo menos duas máquinas de lavar e secar, para um grupo de até 20 usuários, com capacidade de 8 a 12 kg cada, permitindo assim a lavagem simultânea de roupas brancas e coloridas. Esta especificação básica é considerada tendo em vista o uso do local em qualquer um dos três turnos diários. Por mais, a residência deve dispor de espaço para armazenamento de veículos como pequenos carros, motos, bicicletas e ambiente para recepção de cartas (NEUFERD, 1998).

Para a tipologia de alojamento estudantil, Neuferd (1998) explica algumas peculiaridades dessa configuração a qual apresenta algumas diferenças em comparação com a tipologia de quartos individuais. Nos alojamentos, por exemplo, o autor não recomenda o uso de camas sobrepostas, como beliches, e sugere um máximo de 15 a 20 alunos por salão.

Recomenda-se uma separação física entre a cozinha e o refeitório, para evitar o cruzamento de pratos prontos, em preparo e a serem limpos. A cozinha deve conter armários, lava-louças, geladeiras e despensa. Além disso, o autor enfatiza a necessidade de separação desse ambiente com os de estudo, trabalho e convivência comum, os quais podem ser configurados como grandes salas coletivas ou pequenos espaços individualizados (NEUFERD, 1998).

O autor também destaca a importância de um ambiente de enfermaria, que pode ser compartilhado entre os alunos e equipado com uma ou duas camas para uso como sala de tratamento, além de armários. Preferencialmente, essa enfermaria deve estar anexa a um banheiro particular, com vaso sanitário, ducha e lavatório com gabinete (NEUFERD, 1998)

2.3 CÓDIGO DE OBRAS – PARANAÍ E CAMPO MOURÃO

A análise do código de obras é de importância para a concepção de projetos de residências estudantis. O código de obras, segundo o estatuto da cidade (BRASIL, 2001), é uma normativa municipal que estabelece diretrizes e parâmetros para o uso e ocupação do solo, além de definir os requisitos técnicos e legais que devem ser seguidos na construção ou reforma de edificações. A figura 4 ilustra um breve levantamento teórico, em forma de mapa mental para auxílio na concepção de projeto.

Figura 3: Influência das imposições municipais no projeto arquitetônico



Fonte: O autor

Como a UNESPAR possui campi em diversos municípios, este estudo foi conduzido considerando principal os municípios de Paranaíba e Campo Mourão, para fins de relacionar as condicionantes de projetos. No entanto, em todos os casos, é necessário realizar um estudo aprofundado do zoneamento urbano e suas macrozonas de cada uma dessas cidades para analisar as condicionantes urbanísticas, tais como recuos, taxa de permeabilidade, taxa de ocupação, coeficiente de aproveitamento e gabaritos, segundo o código de obra desses municípios.

O Código de Saúde do Paraná, juntamente com a Resolução 389/2006, que regula a aprovação de projetos arquitetônicos para edificações de interesse à saúde, estabelece diretrizes fundamentais que devem ser seguidas na construção e reforma de edificações. No caso das residências estudantis, essa norma serve de base para reformas, visto que tais normas não apenas determinam requisitos de salubridade, mas também especificam as obrigações quanto à manutenção, conservação e limpeza

dos revestimentos utilizados, sejam eles aplicados em pisos, paredes ou forros, sendo a aprovação (alvará de funcionamento) de acordo com o órgão.

Existem índices de salubridade que podem ser padronizados e aplicados universalmente e são de importância em reforma, caso tenha a necessidade de adequação de determinado revestimento (piso, forro ou parede). Esses índices, essenciais para a saúde e o bem-estar dos ocupantes, necessitando de correções patológicas e precisam ser claramente descritos no memorial descritivo da obra.

3. METODOLOGIA

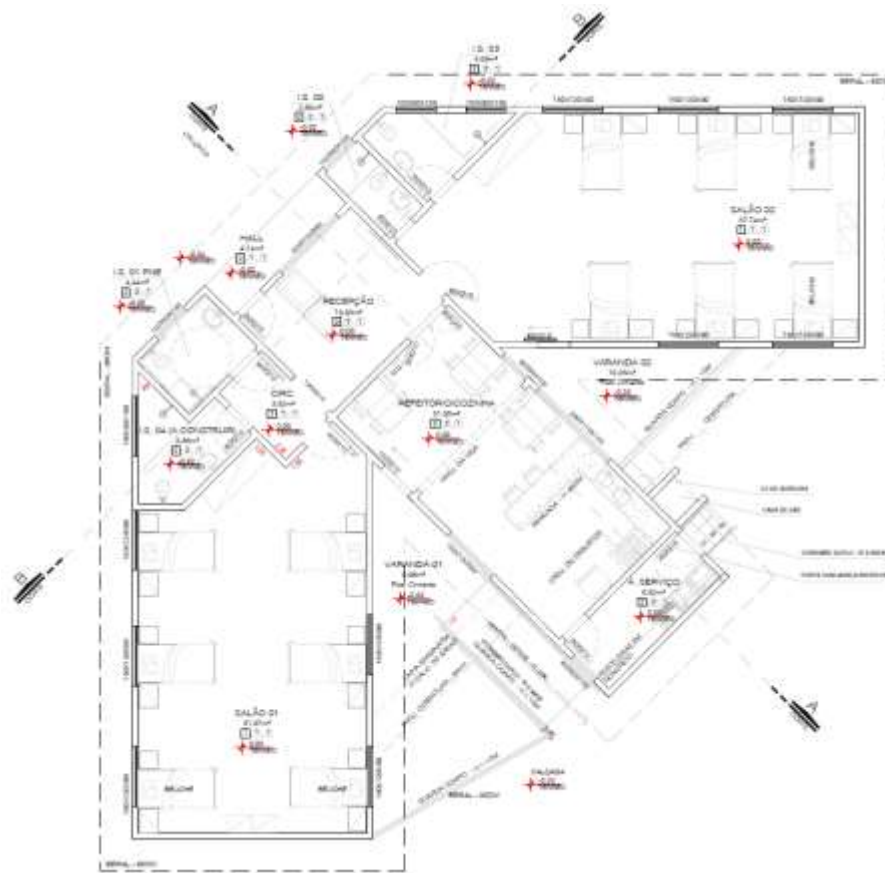
3.1 PROJETOS ANALISADOS

No que diz a respeito das residências estudantis da Universidade Estadual do Paraná, essas assumiram tipologias diferenciadas: a UNESPAR Paranavaí adotou o modelo de dormitórios reservados, enquanto a UNESPAR Campo Mourão optou pelo formato de dois grandes salões a serem utilizados como forma de alojamento. O projeto de reforma do alojamento estudantil de Campo Mourão foi desenvolvido pela divisão de infraestrutura da instituição.

O projeto compreende duas edificações distintas, cada uma com funções específicas. A "Edificação 01", com uma área de 218,94 m², destina-se ao uso habitacional, enquanto a "Edificação 02", com 50,91 m², é destinada a ambientes de reunião e estudo, total de 269,85 m². As figuras 4, 5 e 6 correspondem as plantas baixas e planta de implantação das edificações a serem analisadas.

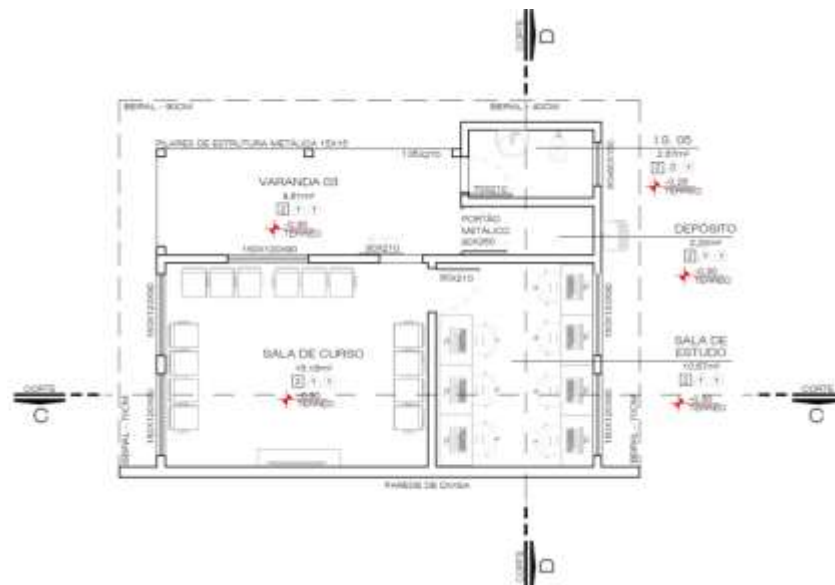
A "Edificação 01" inclui os seguintes ambientes: hall externo, recepção, refeitório, cozinha, corredores, dois salões de alojamento, varandas e quatro instalações sanitárias. Cada salão de alojamento tem capacidade para abrigar oito pessoas, permitindo que a UNESPAR atenda, de forma integral, um total de dezesseis alunos com este projeto. Por sua vez, a "Edificação 02" é composta por uma varanda externa, um depósito, uma sala de curso, uma sala de estudo e um lavabo, funcionando como um espaço de apoio educacional à edificação principal.

Figura 4: Planta baixa - Alojamento de Campo Mourão (Edificação 01)

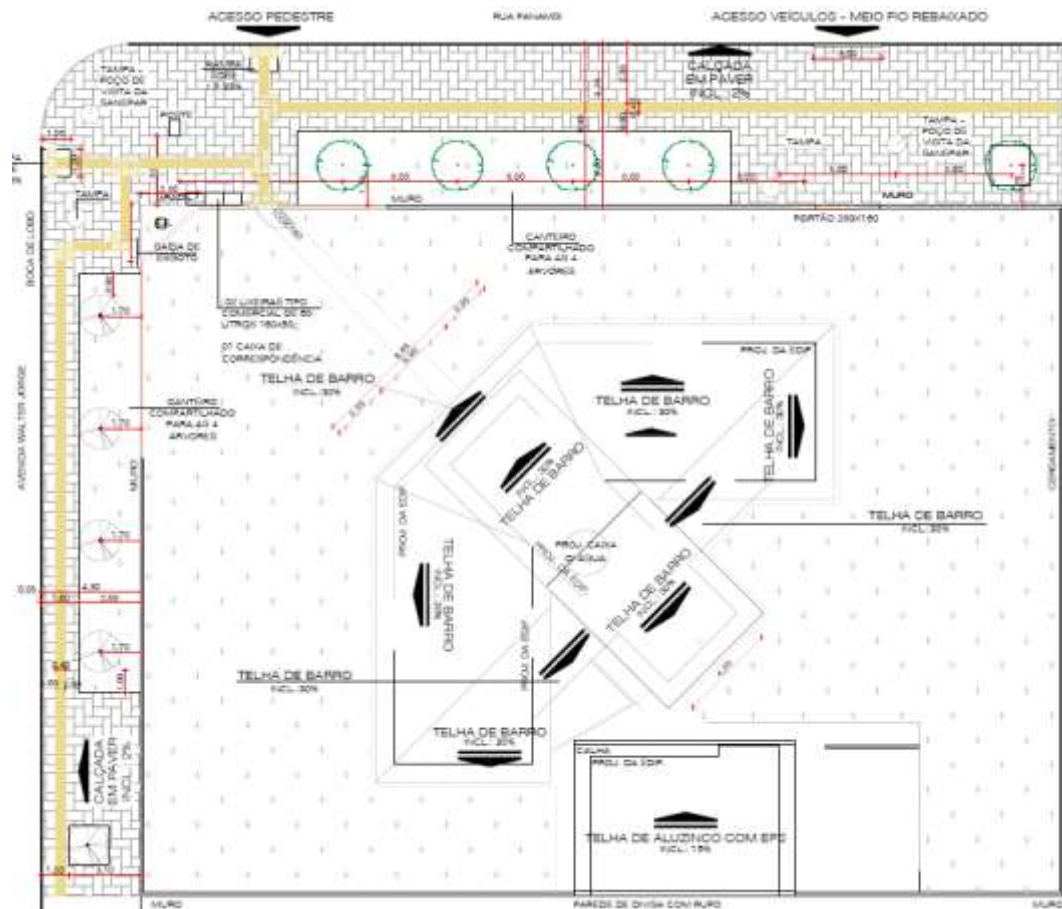


Fonte: Divisão de infraestrutura – PROPLAN (UNESPAR)

Figura 5: Planta baixa - Alojamento de Campo Mourão (Edificação 02)



Fonte: Divisão de infraestrutura – PROPLAN (UNESPAR)

Figura 6: Implantação – Moradia Estudantil de Campo Mourão

Fonte: Divisão de infraestrutura – PROPLAN (UNESPAR)

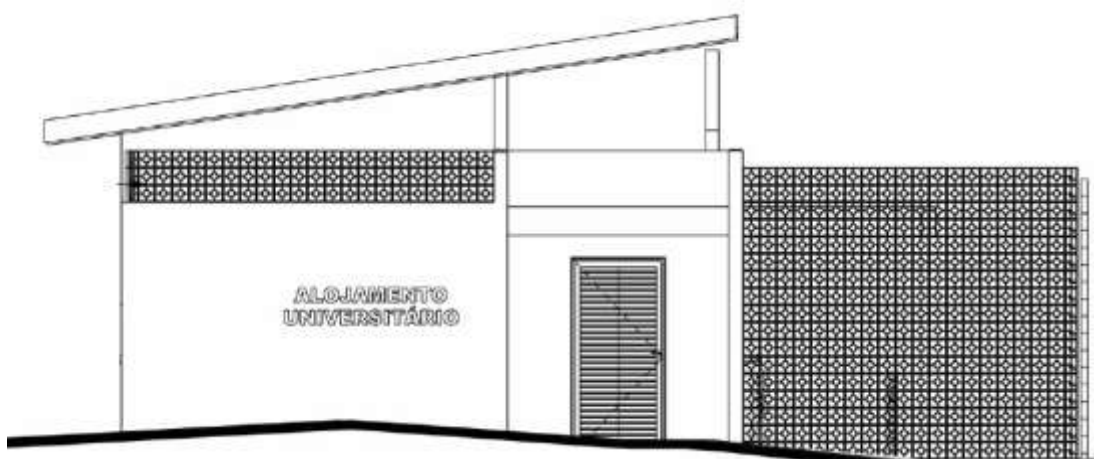
O projeto de construção da moradia estudantil de Paranavai foi desenvolvido pelo escritório de arquitetura URBE Ateliê e possui uma área total de 296 m². A edificação consta com os seguintes ambientes: copa com área de convivência, solário, lavanderia, estendal, banheiros tipo vestiário, corredores e dez dormitórios. As figuras 4 e 5 apresentam a fachada e a planta baixa da edificação.

Figura 7: Planta Baixa - dormitórios em Paranavai

Fonte: Divisão de infraestrutura – PROPLAN (UNESPAR)

O projeto foi planejado para que cada dormitório acomode dois alunos, permitindo assim que a UNESPAR atenda um total de vinte estudantes com este empreendimento. A construção do alojamento faz parte do Centro Comunitário de Ensino, Pesquisa e Extensão (CEPEX) da UNESPAR, a qual terá como apoio uma estrutura com restaurante universitário e horta urbana a disposição dos moradores.

Figura 8: Fachada - dormitórios em Paranavaí



Fonte: Divisão de infraestrutura – PROPLAN (UNESPAR)

3.1 PROCEDIMENTOS DA PESQUISA

Esta pesquisa organiza e elenca padrões de projetos existentes. O foco desta investigação é a comparação entre as tipologias de dormitórios e de alojamento adotados, comparando ambos as situações e seu atendimento ao programa de necessidades básico. A partir dessa análise comparativa, foi possível elencar as diretrizes norteadoras do projeto arquitetônico e a área necessária por metro quadrado para cada estudante, o que influencia as questões de qualidade de vida e habitabilidade nessas residências coletivas.

Desse modo, foi realizada uma análise dos projetos arquitetônicos de ambas as moradias, elencando suas características, a quantidade de ambientes, o layout básico e o uso dos espaços. Essa análise permitiu obter informações detalhadas sobre os interesses, objetivos e diretrizes da universidade em relação aos projetos. A seguir, consiste no cruzamento das informações entre o levantamento teórico e a análise de ambos os projetos arquitetônicos. Essa interligação de informações foi de forma sistemática, por meio de quadros informativos, utilizando-se de métodos adequados de interpretação

e organização dos dados, a fim de identificar padrões e oferecer este material teórico para caso a instituição tenha interesse na implantação de outras moradias estudantis.

Figura 9: Exemplificação em fluxograma da metodologia adotada



Fonte: O Autor

As informações sobre a quantidade de alunos (população) e as áreas dos ambientes foram extraídas das plantas baixas (figuras 4, 5 e 7) e dos memoriais descritivos, onde cada cama representa um morador. No caso de Paranaíba, o projeto considerou uma população de 20 acadêmicos, exceto nas instalações sanitárias, onde foi considerada metade da população, ou seja, 10 alunos de cada sexo para cada banheiro/vestiário.

De forma semelhante, em Campo Mourão, a população total considerada foi de 16 acadêmicos, conforme o projeto. Nos ambientes de alojamento e sanitários, foi considerada metade dessa população, sendo 8 alunos de cada sexo. Já para os ambientes de uso comum, foi considerado a população total da moradia, considerando que moradores de ambos os sexos utilizaram de forma simultânea esses ambientes.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A discussão entre quartos reservados, como os de Paranavaí, e os salões de alojamento, como os de Campo Mourão, levanta questões importantes sobre a funcionalidade e a adequação dos espaços habitacionais para estudantes. A tipologia de quartos reservados proporciona maior privacidade e pode contribuir para um ambiente mais propício aos estudos individuais. Por outro lado, os salões de alojamento promovem a interação social e a convivência comunitária, aspectos fundamentais para o desenvolvimento pessoal e social dos estudantes.

As decisões projetuais partiu pela utilização do espaço disponível, enquanto a UNESPAR Paranavaí teve a oportunidade de realizar um projeto arquitetônico desde o início, o alojamento estudantil da UNESPAR Campo Mourão nasceu a partir de um termo de cessão de uso do espaço físico já existente, da APMI (Associação de Proteção à Maternidade e à Infância). Por conta disso, foram necessárias reformas para adaptar a função do espaço de uma maternidade desativada agora para uma residência estudantil.

Os alojamentos estudantis apresentam uma série de aspectos desafiadores que devem ser considerados, como a falta de privacidade, a necessidade de estipular regras rígidas de convivência e a gestão da higiene. No entanto, segundo Ribeiro (2008), é relevante notar que a tipologia de alojamento compartilhado possui uma longa tradição histórica, tendo sido amplamente utilizada desde o surgimento das primeiras casas de estudantes pela Universidade de Coimbra, em 1290. De acordo com Ribeiro (2008), esta configuração, que perdurou por vários séculos. Pode-se dizer que isso reflete uma tradição de valorização da convivência coletiva e da utilização racional dos espaços, sugerindo que o modelo de alojamento compartilhado pode oferecer vantagens significativas em termos de adesão frente a disponibilidade.

Dessa forma, conclui-se que ambas as tipologias de moradias estudantis possuem suas peculiaridades e que o sucesso da implantação do empreendimento vai além da escolha entre dormitórios e alojamentos. O fator determinante para a eficácia do projeto reside no aspecto da sua aplicação, isto é, em aspectos complementares, como a elaboração de manuais de habitação, a consideração de questões de qualidade de vida e, principalmente, a estrutura ofertada e a funcionalidade da edificação.

Dito isso, é fundamental analisar a aplicabilidade das condições estipuladas por Neufert (2022) nas moradias estudantis de Paranavaí e Campo Mourão, que são o foco deste estudo. As medidas de área

e os programas de necessidades são importantes referências para o planejamento e projeto das moradias estudantis, pois auxiliam na definição dos espaços necessários para acomodar adequadamente os estudantes, além de oferecer as instalações e serviços essenciais. Adicionalmente, Neuferrd (1998) estabelece diferentes medidas de área, população e programas de necessidades, os quais podem ser observados no quadro 1 e 2:

Quadro 1: Instalações correspondentes a grupos de 10 a 15 quartos individuais (obrigatórios)

Ambiente	Metragem
Quarto individual com mesa	9,0 a 15 m ²
Sala de reunião	0,8 a 1,2 m ² por estudante
Ambiente	Metragem
Cozinha	0,4 a 0,6 m ² por estudante
Lavabos	0,5 a 0,7 m ² por estudante
Duchas	0,3 a 0,4 m ² por estudante
WC	0,4 a 1,2 m ² por estudante
Arrecadação	0,2 a 0,3 m ² por estudante
Total das instalações	2,6 a 3,7 m ² por estudante

Fonte: NEUFERRD (1998)

Vale ressaltar que, segundo o autor, dentro dessa abrangência já está considerada a utilização não simultânea dos espaços, normalmente em grupos de 4 alunos, exceto em casos excepcionais

Quadro 2: Instalações comum a toda residência (opcionais)

Ambiente	Metragem
Biblioteca e sala de leitura	0,4 a 0,8 m ² por estudante
Sala de jogos	0,2 a 0,4 m ² por estudante
Oficinas (Hobby)	0,2 a 0,4 m ² por estudante
Total das instalações de apoio:	1,7 a 2,8 m ² por estudante

Fonte: NEUFERRD (1998)

O quadro 3 representa a aplicação dos conceitos de Neuferrd (1998), já elencados nos quadros 1 e 2, na Moradia Estudantil Paranaíba. As classificações dentro dos quadros citados foram categorizadas como "atende plenamente", "atende parcialmente" e "não atende". Esta classificação foi realizada com base no quantitativo de área estipulado por Neuferrd (1998), onde a menor área é definida como área mínima e a maior como área recomendada. Valores encontrados dentro desse intervalo foram classificados como "atende parcialmente", considerando, muitas vezes, a geometria ou o layout do ambiente, com a descrição sugerida pelo autor.

Quadro 3: Aplicação dos conceitos de Neuferd (1998) na Moradia Estudantil Paranavaí

Ambiente	Área de projeto	Medida mínima	Medida recomenda	Situação
Dormitórios	12 m ²	9 m ²	15 m ²	Atende Parcial
Cozinha/Copa	12,5 m ²	8 m ²	12 m ²	Atende
Convivência	12,5 m ²	16 m ²	24 m ²	Não Atende
WC	11,4 m ²	8 m ²	24 m ²	Atende Parcial
Ducha	11,4 m ²	6 m ²	8 m ²	Atende
Solário	14 m ²	4 m ²	8 m ²	Atende
Área Serviço	8 m ²	3 máquinas com armários		Atende

Fonte: O Autor

Os dados obtidos sobre a moradia estudantil de Paranavaí indicam que ambientes como dormitórios e sanitários atendem parcialmente às suas funções. Embora não possuam dimensões suficientemente amplas, cumprem sua finalidade dentro das medidas de conforto estipuladas pelo autor. Ambientes como as duchas, o solário, área de serviço com estendal e a cozinha atendem às suas funções, conforme disposto no projeto. No entanto, o projeto de Paranavaí falha ao não contemplar de forma eficiente áreas comuns para convívio, reunião, leitura ou lazer, o que pode impactar negativamente a interação social dos estudantes.

De forma semelhante, a mesma abordagem foi realizada com o projeto no alojamento Estudantil de Campo Mourão, a qual será possível concluir algumas informações relevantes, conforme Quadro 03: Instalações para alojamentos e internatos.

Quadro 4: Instalações para alojamentos e internatos

Ambiente	Metragem
Alojamento	5 a 6 m ² por estudante
Sala de trabalho (coletiva)	4,5 m ² por estudante
Sala de trabalho (individual)	6 m ² (atende dois estudantes)
Enfermarias	6 m ² a 12 m ²
Refeitório	1m ² por estudante (layout)
Cozinha	0,5 m ² por estudante

Fonte: NEUFERD (1998)

Os ambientes de alojamento 1 e 2 atendem parcialmente sua função em relação à metragem quadrada, uma vez que o autor não recomenda o uso de beliches. Ainda sobre Campo Mourão, Neufeld (1998) recomenda a disposição de um espaço para enfermaria, o que não está contemplado no projeto. Entretanto, os ambientes de cozinha, refeitório e área de serviço atendem às suas funções no quesito área.

Quadro 5: Aplicação dos conceitos de Neufeld (1998) no Alojamento Estudantil de Campo Mourão

Ambiente	Área de projeto	Medida mínima	Medida recomenda	Situação
Alojamento 1	51,9 m ²	40 m ²	48 m ²	Atende
Alojamento 2	58,7 m ²	40 m ²	48 m ²	Atende
Cozinha	12,5 m ²	8 m ²	8 m ²	Atende
Refeitório	18,5 m ²	16 m ²	16 m ²	Atende
BWC Pequeno	2,6 m ²	3,2 m ²	9,6 m ²	Não Atende
BWC Médio e Grande	4,5 m ² 5,5 m ²	3,2 m ²	9,6 m ²	Atende Parcial
Área Serviço	6,3 m ²	2 máquinas com prateleiras		Atende
Sala de Curso	18,1 m ²	72 m ²	72 m ²	Atende Parcial
Estudo	10,8 m ²	72 m ²	72 m ²	Não Atende
Estudo+Curso	28,9 m ²	72 m ²	72 m ²	Não Atende

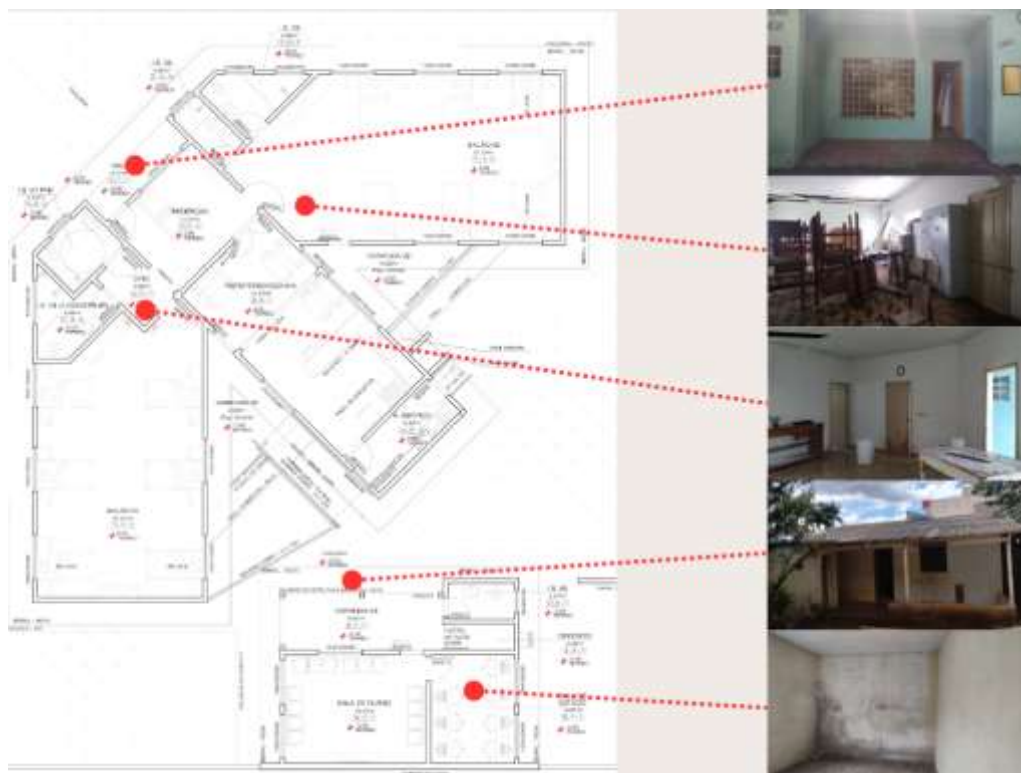
Fonte: O Autor

Os ambientes destinados às áreas de estudo e curso não atendem adequadamente suas funções, sendo muito pequenos para acomodar a população de 16 acadêmicos, podendo gerar conflitos de horário e uso, especialmente em períodos de maior demanda, como semanas de prova ou exame. A sala de curso corresponde a um ambiente reservado, aberto para a comunidade, para palestras e reuniões, utilizado em situações específicas. Foi considerado que esse local poderia ser utilizado como sala de estudo nos momentos em que esse ambiente não estará em uso, no entanto de qualquer forma, esses ambientes não atendem sua função. Em relação ao estudo em Paranavaí, as áreas de estudo estão dentro dos quartos individuais, proporcionando um ambiente mais privado e adequado.

Sobre as questões do código de obras para garantir a conformidade legal das edificações de acordo com as leis municipais, no caso do alojamento estudantil de Campo Mourão, por se tratar de uma reforma, o órgão deliberativo pode exigir modificações, como a substituição de revestimentos em mau estado de conservação, como pode ser observado na imagem 10. A instalação de uma nova unidade sanitária varia conforme a área e o código de obras do município. No geral, para áreas entre 250 e

499m² a proporção estipulada para o total da edificação é de 5 lavatórios, 5 aparelhos sanitários e 4 chuveiros.

Figura 10: Fotos da moradia Campo Mourão que apresenta problemas patológicos



Fonte: Autor

Discutindo sobre a situação dos alojamentos, a tipologia de apresentar apenas dois salões, sendo logicamente um masculino e outro feminino, o que pode determinar uma condição desfavorável que tange à inclusão de pessoas transexuais, transgêneras ou travestis. Essa visão binária pode resultar em um desestímulo para inscrição no programa de pessoas que se identificam com essa orientação de gênero, uma vez que não contempla, à primeira vista, uma estrutura confortável para acomodar essa diversidade das identidades de gênero. Este fato é desfavorável para a inclusão e o bem-estar de todos os estudantes, e que não acontecerá na moradia de Paranavaí, já que esse possui quartos próprios e reservados. Um outro exemplo disso é a Universidade Federal de Goiás, que implementou um programa de moradia específica para estudantes transexuais, visando promover um ambiente seguro e inclusivo.

Ainda, Camilloto (2019) *apud* por Mendonça, Diniz e Maia (2020), argumenta que não há uma simples solução para questões de igualdade de gêneros, tendo em vista a pluralidade das experiências humanas, na qual há diversas formas de apresentação social. Os autores ressaltam que o gênero é

uma construção cultural da sociedade e não deve ser reduzida a uma divisão simplista entre comportamento heterossexual, tendo que se enquadrar entre apenas entre masculino e feminino.

Quanto às questões financeiras, o custo estimado por metro quadrado para o alojamento estudantil de Campo Mourão é de R\$ 1.387,42, enquanto para as novas construções em Paranavaí, estipula-se um valor significativamente mais elevado de R\$ 4.500,00, de acordo com ambos os projetos. Isso é especialmente importante tendo em consideração que o número de alunos atendidos é praticamente idêntico em ambos os casos: 20 alunos em Paranavaí e 16 em Campo Mourão.

Por outro lado, apesar do alto custo, construir uma edificação nova, como será em Paranavaí, o projeto atende com maior facilidade o programa de necessidades estipulado e podendo até projetar de forma que possibilite a ampliação do quadro de alunos de acordo com o sucesso da implantação das moradias. Essas possibilidades podem garantir maior eficiência e conformidade com os regulamentos vigentes, além de atender melhor às necessidades dos estudantes no longo prazo.

Ademais, Silva (2021) desenvolveu sua dissertação focada na identificação e hierarquização de requisitos de valor para habitações voltadas a estudantes universitários na cidade de Maringá, município próximo a Paranavaí e Campo Mourão. A pesquisa foi estruturada em duas etapas: a primeira envolveu a avaliação da opinião de 130 estudantes, enquanto na segunda participaram 80 estudantes, que deveriam escolher, entre 25 itens, aqueles que mais influenciavam sua decisão de moradia. O estudo abordou aspectos como percepções socioespaciais, valores culturais, condições financeiras, facilidades, qualidade do ambiente interno e a qualidade espacial.

Ao avaliar as preferências dos potenciais usuários, Silva (2021) identificou que o item mais mencionado foi "localização", com 18,5% do total das respostas. Em seguida, a opção por "gastar menos com aluguel" obteve 13,13% das respostas; "habitação flexível" representou 8% do total e "privacidade do ambiente" foi o quarto requisito mais valorizado, com 7,38%. No que se refere às moradias de Paranavaí e Campo Mourão, os itens "localização" e "gastar menos com aluguel" não são centrais para o presente estudo, uma vez que as principais demandas de proximidade se referem à universidade e a estabelecimentos comerciais, os quais, em uma residência estudantil universitária, poderiam ser atendidos pela própria UNESPAR.

O item "habitação flexível" refere-se à adequação da moradia para múltiplas atividades, como morar, estudar, trabalhar e receber amigos e familiares, segundo Silva (2021). De acordo com a autora, o item "privacidade" foi igualmente valorizado, apontando uma possível dificuldade para a tipologia de alojamento em Campo Mourão, onde todos os ambientes são de uso compartilhado e não possuem

infraestrutura adequada para recepção de visitas ou realização de trabalho contínuo (como home office). As áreas de estudo também não oferecem condições apropriadas para uso prolongado.

Outros aspectos considerados relevantes pelos acadêmicos incluem segurança (com itens como interfone, câmeras de segurança e controle de acesso), qualidade construtiva (manutenção de piso, azulejos, vedação, pintura, esquadrias, instalações hidráulicas e elétricas) e a possibilidade de aceitar animais de estimação (pet-friendly), conforme apontado por Silva (2021).

Figura 11: Quadro resumo das discussões sobre os dormitórios de Paranavaí



Fonte: O autor

Figura 12: Quadro resumo das discussões sobre o alojamento de Campo Mourão

Fonte: O autor

5. CONCLUSÃO

As moradias estudantis representam um tema de significativa relevância para a UNESPAR. Este trabalho reúne informações normativas e relevantes sobre esse tipo de construção e avalia o projeto de duas moradias estudantis da instituição, que adotam tipologias distintas. As demandas identificadas influenciam diretamente na qualidade do espaço e na forma como os estudantes utilizam o ambiente, verificando se essas demandas estão em conformidade com os critérios teóricos estabelecidos, tendo em vista que quando corretamente aplicadas, essas condições podem impactar positivamente o desenvolvimento social e pessoal dos moradores.

Para o alojamento estudantil de Campo Mourão, o layout adotado dos quartos com camas sobrepostas apresenta deficiência em sua aplicação, além de não contemplar o ambiente de enfermaria e os ambientes de estudo não atendem ao programa de necessidades básico. A tipologia de binária de dormitórios - isto é, feminino e masculino - influencia de forma indireta numa dificuldade de inclusão de alunos trans. No aspecto de reforma, o projeto necessitou de várias correções patológicas e troca de seus revestimentos para garantir a conformidade legal, além de todos os seus ambientes serem de uso compartilhado, o que segundo pesquisas apontam que os alunos levam sua privacidade em consideração ao buscar uma moradia. Apesar disso, se propôs uma opção economicamente viável, quando comparada com uma construção nova.

Em Paranavaí, a tipologia adotada em dormitórios reservados indicou que maior privacidade para os alunos, considerando que as áreas de estudos estão reservadas dentro de seu dormitório, o que, inclusive, indica maior facilidade para inclusão de alunos trans. Contudo, o projeto apresenta falhas, como a ausência de espaços para reuniões internas e áreas de convívio adequadas ao programa, além de não prever espaços para bicicletas ou estacionamento reservado. Adicionalmente, o custo por metro quadrado é significativamente mais elevado em comparação a uma reforma, tornando-o menos econômico, o que dificulta sua implantação.

Ambos os projetos requerem adequações. Em Campo Mourão, considerando as limitações impostas pela reforma de uma estrutura existente, a tipologia atual apresenta diversos problemas, especialmente no que se refere à criação de um ambiente favorável e confortável para a inclusão de estudantes trans e a privacidade valorizada pelos alunos. Como solução, sugere-se a alteração do projeto para adotar dormitórios individuais, utilizando divisórias de gesso para criar a separação necessária. Além disso, é essencial incluir uma enfermaria e reconfigurar os dormitórios para acomodar duas camas, duas mesas de estudo e armários, abordando assim os principais desafios identificados. Em Paranavaí, a solução proposta seria expandir a área construída, o que inevitavelmente aumentaria os custos da obra. Todavia, isso permitiria a inclusão de espaços de convívio e reunião adequados, garantindo que o projeto atenda completamente ao programa básico.

REFERÊNCIAS

BRASIL, Lei 10.257/2001. Estatuto da Cidade. Presidente da República em 10 de julho de 2001.

CAMILLOTO, Ludmila. Transgeneridade e direito de ser: relação entre o reconhecimento de si e o reconhecimento jurídico de novos sujeitos de direito. Mestrado em Direito – Novos sujeitos, novos direitos. UFOP. Ouro Preto. 2019.

CAMPO MOURÃO. Lei Complementar nº 60/2019, de 27 de dez. de 2019. Código de obras do município de Campo Mourão. Campo Mourão/PR, dez. 2019.

DITTA, Anna Camisassa. Moradia Estudantil como centro social e de conhecimento. 2018. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em arquitetura e urbanismo) - Universidade Presbiteriana Mackenzie, [S. l.], 2018. Disponível em: <https://dspace.mackenzie.br/handle/10899/20020>. Acesso em: 11 jul. 2023.

MACHADO, Otávio Luiz. As Repúblicas Estudantis da Universidade Federal de Ouro Preto, Brasil. Revista crítica de ciências sociais, n. 66, p. 197-199, outubro 2003. MACHADO, Otávio Luiz. Repúblicas Estudantis de Ouro Preto e Mariana: Percursos e Perspectivas (Edição Especial). Frutal: Prospectiva, 2014

MENDONÇA, Felipe; DINIZ, Margareth; MAIA, Marta. Gênero e Sexualidades no Contexto da Universidade Pública: Estudo de Caso do Projeto Vidas - UFOP. Ouro Preto. Revista Internacional de educação superior. 2020.

NETO, Teodoro. Cartilha de apresentação do movimento de casas de estudantes. [S. l.], 1 fev. 2011. Disponível em: <https://sencebrasil.redelivre.org.br/>. Acesso em: 9 jul. 2023.

NEUFERD, Ernst. Arte de Projetar em Arquitetura. Residências de estudantes. 1998. p. 235-236.

OLIVEIRA, Pedro; COSTA, Gerson Carlos de Oliveira. Moradia Estudantis: Uma pública consolidação do Direito à Cidade. Revista de administração pública, [S. l.], p. 1-12, 1 jan. 2012.

PARANAVAÍ. Lei Complementar nº 5/2019, de 18 de jan. de 2019. Código de obras do município de Paranavaí. Paranavaí/PR, jan. 2019.

RIBEIRO, Artur. Perspectiva histórica da República de Coimbra. REVISTA RUA LARGA, COIMBRA, 2008. Disponível em: <https://www.uc.pt/rualarga/revistas>. Acesso em: 01.jul.2023.

SANTOS, Fábio Candido. Propedh articula com direções de campus política institucional de enfrentamento à insegurança alimentar. Notícias UNESPAR, Paranavaí, p. 1-1, 24 nov. 2023. Disponível em: <https://www.unespar.edu.br/noticias/propedh-articula-com-direcoes-de-campus-politica-institucional-de-enfrentamento-a-inseguranca-alimentar>. Acesso em: 21 ago. 2024.

SAUTHIER, Hélio. Unespar concretiza a primeira Moradia Estudantil. Notícias UNESPAR , Paranavaí, p. 1-1, 10 fev. 2023. Disponível em: <https://www.unespar.edu.br/noticias/unespar-concretiza-a-primeira-moradia-estudantil>. Acesso em: 21 ago. 2024.

SAYEGH, Liliane Márcia Lucas. Dinâmica Urbana em Ouro Preto: conflitos decorrentes de sua patrimonialização e de sua consolidação como cidade universitária. 2009. DISSERTAÇÃO (Mestre em arquitetura e urbanismo) - Universidade Federal da Bahia, Salvador, [S. l.], 2009.

SECRETARIA DA SAÚDE DIRETORIA DE VIGILÂNCIA DE SAÚDE E PESQUISA. Código de saúde do estado do Paraná - Lei nº 13331 de 23 de nov. de 2001. Curitiba, 2001

SILVA, Jennifer Mayara Vilas Boa. Captura E Hierarquização De Requisitos De Valor Para Habitações Destinadas A Estudantes Universitários Em Maringá-Pr. 2021. DISSERTAÇÃO (Mestre em arquitetura e urbanismo) - Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2021.

Capítulo 7



10.37423/250610165

DESAFIOS E OPORTUNIDADES NA IMPLEMENTAÇÃO DA LEI 14.133/21: MODERNIZAÇÃO DAS LICITAÇÕES E CONTRATOS PÚBLICOS

Everton Emanuel de Matos

Universidade Estadual de Ponta Grossa

Leticia Col Debella Santos

Universidade Estadual de Ponta Grossa



Resumo: O artigo analisa a implementação da Lei 14.133/21, conhecida como a Nova Lei de Licitações e Contratos Administrativos no Brasil, destacando os principais desafios e oportunidades. A lei visa modernizar, simplificar e tornar mais eficiente o processo de contratação pública, substituindo legislações anteriores. A pesquisa se concentra em pontos como capacitação de servidores, gestão de riscos e transição do regime anterior. Utilizando uma metodologia qualitativa, o estudo combina revisão teórica e questionários aplicados a servidores públicos para identificar dificuldades e sugestões de aprimoramento. Os resultados revelam que a maioria dos servidores tem um conhecimento médio da lei, apontando para a necessidade de capacitação contínua e específica. Os desafios identificados incluem falta de clareza nas normas, recursos tecnológicos inadequados e burocracia excessiva. A transparência e a competitividade foram percebidas como melhoradas, embora haja limitações operacionais. Sugestões incluem maior investimento em treinamentos aprofundados e tecnologias de suporte. O estudo conclui que, apesar dos obstáculos, a Lei 14.133/21 representa um avanço significativo para a governança pública, oferecendo bases mais sólidas para transparência e eficiência. No entanto, a plena efetivação da lei depende de um esforço coletivo, incluindo a adaptação dos servidores e investimentos em infraestrutura tecnológica.

Palavras-chave: Lei. Gestão. Licitação. Contrato.

1. INTRODUÇÃO

A Lei nº 14.133/21 (Brasil, 2021), também conhecida como a Nova Lei de Licitações e Contratos Administrativos, representa um marco regulatório crucial para a gestão pública no Brasil. Promulgada em substituição às legislações anteriores, como a Lei nº 8.666/93, essa nova normatização visa modernizar, simplificar e trazer maior eficiência e transparência aos processos de contratação no setor público. Porém, a implementação desta lei traz consigo uma série de desafios, não apenas no âmbito da adaptação às novas diretrizes, mas também na capacitação dos servidores públicos, que precisam estar adequadamente preparados para operar sob o novo regime jurídico.

Neste contexto, o presente artigo se propõe a investigar os principais obstáculos e as oportunidades associadas à implementação da Lei nº 14.133/21. Para tanto, a pesquisa abordará as mudanças estruturais e operacionais introduzidas pela nova legislação, destacando os impactos esperados na eficiência dos processos licitatórios e na gestão dos contratos administrativos.

Além disso, é discutida a necessidade de um investimento contínuo na formação e atualização dos servidores públicos, visto que, é essencial para assegurar o cumprimento das normas e o aprimoramento da administração pública.

Ao longo deste estudo, são examinados aspectos como a gestão de riscos, a transição dos procedimentos estabelecidos pela legislação anterior e as implicações da nova lei na transparência e controle dos processos licitatórios. A análise visa contribuir para uma compreensão mais profunda dos desafios enfrentados pelos órgãos públicos e oferecer subsídios para a elaboração de estratégias que garantam uma implementação mais eficaz, alinhando às expectativas de modernização e eficiência administrativa.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

A Lei nº 14.133/21, sancionada em 1º de abril de 2021, introduz um novo marco regulatório para as licitações e contratos administrativos no Brasil, substituindo a Lei nº 8.666/93, a Lei do Pregão (Lei nº 10.520/02), e o Regime Diferenciado de Contratações (Lei nº 12.462/11). Essa nova legislação visa modernizar, simplificar e tornar mais eficiente o processo de contratação pública, atendendo às demandas contemporâneas de transparência, integridade e governança.

A Lei nº 8.666/93, embora tenha sido fundamental para estabelecer um arcabouço jurídico para as contratações públicas no Brasil, foi amplamente criticada por sua excessiva rigidez e burocracia. Os procedimentos previstos pela lei tornavam os processos licitatórios longos e, muitas vezes, ineficazes,

prejudicando a agilidade necessária para contratações em áreas estratégicas, como infraestrutura e tecnologia (Di Pietro, 2021).

Em contrapartida, a Lei nº 14.133/21 busca resolver essas deficiências ao introduzir mecanismos que permitem maior flexibilidade nos procedimentos de contratação. Uma das principais inovações é a inversão de fases, que já havia sido testada no regime diferenciado de contratações e agora é aplicada como uma regra geral. Pela inversão, a fase de habilitação ocorre após o julgamento das propostas, evitando a eliminação precoce de concorrentes por questões formais (Justen Filho, 2021). Além disso, a nova lei oferece mais opções de critérios de julgamento, como o maior retorno econômico, melhor técnica, e técnica e preço, proporcionando mais opções para contratações que demandam critérios além do menor preço, o que amplia o potencial de inovação e qualidade nas contratações (Brasil, 2021).

2.1 INTEGRAÇÃO DO RDC E CONTRATAÇÃO INTEGRADA

O Regime Diferenciado de Contratações (RDC), criado pela Lei nº 12.462/11, foi originalmente desenvolvido para atender às demandas urgentes das obras de infraestrutura para a Copa do Mundo de 2014 e as Olimpíadas de 2016. Entre suas inovações, destacava-se a contratação integrada, que permitia que o mesmo órgão contratasse tanto o projeto quanto a execução de uma obra, eliminando a necessidade de várias licitações em etapas diferentes (Meirelles, 2016). Essa modalidade trouxe agilidade para as contratações de grandes projetos, mas seu uso era restrito a situações específicas.

Com a Lei 14.133/21, a contratação integrada se tornou uma modalidade amplamente aplicável para projetos complexos e de grande porte. Agora, a contratação integrada pode ser utilizada em qualquer obra ou serviço de engenharia que envolva inovação tecnológica ou execução sob condições especiais, como obras de grande vulto (Justen Filho, 2021). Além disso, a nova lei incorpora práticas de gestão de riscos, já previstas no RDC, exigindo maior planejamento prévio, o que busca prevenir a necessidade de aditivos contratuais e de reprogramações, garantindo maior segurança jurídica e eficiência nas contratações públicas (Brasil, 2021).

2.2 EVOLUÇÃO DO PREGÃO E EXPANSÃO DO USO DE FERRAMENTAS ELETRÔNICAS

A Lei do Pregão (Lei nº 10.520/02) foi um grande avanço para as contratações de bens e serviços comuns, especialmente com a criação do pregão eletrônico, que se tornou a modalidade preferida de licitação por sua agilidade e transparência. No entanto, o pregão tinha limitações, pois só podia ser utilizado para bens e serviços comuns, e a sua aplicação era mais restrita (Justen Filho, 2021).

A Lei 14.133/21 (Brasil, 2021) não só mantém o pregão como modalidade de licitação, como também amplia a obrigatoriedade do uso de ferramentas eletrônicas para praticamente todos os processos licitatórios, independentemente da modalidade. O Portal Nacional de Contratações Públicas (PNCP) centraliza informações sobre todas as licitações e contratos, promovendo maior transparência e acesso público. A legislação atual incentiva o uso de meios digitais em todas as etapas da contratação pública, permitindo um maior controle social e uma fiscalização mais eficiente (Meirelles, 2016).

2.3 PRINCIPAIS INOVAÇÕES DA NOVA LEI DE LICITAÇÕES

Uma das mudanças mais significativas introduzidas pela Lei nº 14.133/21 refere-se à simplificação das modalidades de licitação. A nova legislação unificou e simplificou as modalidades anteriormente existentes, que eram vistas como excessivamente burocráticas e complexas, agora, as modalidades estabelecidas são: concorrência, concurso, leilão, pregão e diálogo competitivo.

A principal novidade é o diálogo competitivo, inspirado em modelos internacionais, que permite que a administração pública discuta com potenciais licitantes antes de definir os requisitos do contrato, algo especialmente útil em contratações complexas (Brasil, 2021). Segundo Mello (2022), essa simplificação e a introdução do diálogo competitivo representam um avanço significativo, pois proporcionam maior flexibilidade e capacidade de inovação, permitindo que o poder público possa adaptar-se melhor às complexidades e especificidades dos objetos a serem contratados.

A lei reforça a importância do planejamento como etapa essencial do processo licitatório, destacando a necessidade de uma gestão de riscos efetiva, assim, o planejamento ganha um caráter central, com a exigência de estudos técnicos preliminares e a avaliação prévia de riscos, o que visa garantir a viabilidade e a eficácia das contratações públicas (Brasil, 2021). Viana (2023) ressalta que a inclusão da gestão de riscos como uma etapa obrigatória é uma das maiores inovações da nova lei. Essa medida busca não apenas prevenir problemas durante a execução dos contratos, mas também assegurar que as contratações estejam alinhadas aos objetivos estratégicos da administração pública, promovendo maior segurança jurídica e eficiência no uso dos recursos públicos.

A nova lei amplia os critérios de julgamento das propostas, proporcionando maior flexibilidade à administração pública para escolher o critério mais adequado a cada situação, tanto que, além do menor preço, ela permite a utilização de outros critérios, como o maior desconto, melhor técnica, técnica e preço, maior lance (no caso de leilão) e o maior retorno econômico (Brasil, 2021). De acordo com Di Pietro (2021), essa diversidade de critérios de julgamento é crucial para garantir que a

administração pública possa selecionar a proposta mais vantajosa, não apenas em termos de custo, mas também de qualidade e adequação às necessidades específicas do objeto licitado. Essa abordagem multifacetada reflete uma evolução no entendimento das melhores práticas em contratações públicas, alinhando-se às diretrizes de eficiência e efetividade.

A Lei nº 14.133/21 também evidencia o princípio da transparência, exigindo que todas as etapas do processo licitatório sejam amplamente divulgadas, com a disponibilização das informações em portais públicos. Além disso, a lei introduz mecanismos de governança, que incluem a obrigatoriedade de programas de integridade para empresas que celebram contratos de maior vulto com a administração pública. Silva (2022) argumenta que essa ênfase na transparência e no controle social é fundamental para combater a corrupção e assegurar que os recursos públicos sejam utilizados de maneira responsável e eficaz. Alinhando-se, assim, às melhores práticas internacionais, promovendo uma maior confiança da sociedade na administração pública.

2.4 DESAFIOS NA IMPLANTAÇÃO DA NOVA LEI

A transição para o novo regime jurídico imposto pela Lei nº 14.133/21 exige um significativo esforço de capacitação dos servidores públicos. A complexidade dos novos procedimentos, especialmente no que diz respeito à gestão de riscos e ao uso de critérios de julgamento mais sofisticados, demanda um profundo conhecimento técnico (Brasil, 2021). Pereira (2021) enfatiza que a eficácia da nova legislação depende, em grande medida, da qualificação dos agentes públicos e que sem uma formação adequada, os servidores podem enfrentar dificuldades em implementar as novas diretrizes, o que poderia comprometer a eficácia das licitações e a execução dos contratos.

Ainda mais, durante o período de transição, em que as novas regras coexistem com as antigas, surgem desafios operacionais e jurídicos, desta forma a administração pública precisa adaptar seus processos e rotinas ao novo marco legal, o que exige tempo e recursos. Além disso, a convivência temporária entre as normativas pode gerar incertezas e insegurança jurídica, impactando a condução dos processos licitatórios. Almeida (2023) discute que essa fase de transição pode resultar em conflitos interpretativos e operacionais, o que requer uma atenção especial por parte dos gestores públicos, com o objetivo de minimizar os impactos negativos e garantir uma migração suave para o novo regime.

A nova lei de licitações também reflete um avanço na governança pública, ao integrar práticas de compliance e exigir um planejamento mais robusto e criterioso. Essas mudanças estão em linha com as tendências globais de aprimoramento da administração pública, que visam a aumentar a eficiência

e a transparência (Brasil, 2021). Conforme argumentado por Mello (2022), a Lei nº 14.133/21 representa um marco na evolução das contratações públicas no Brasil, contribuindo para uma maior profissionalização e moralização da administração pública. A integração de práticas de governança e a exigência de um planejamento mais estruturado reforçam a importância de uma gestão pública responsável e transparente, capaz de responder de forma mais eficaz às demandas da sociedade.

3. METODOLOGIA

Este estudo adota uma abordagem qualitativa, exploratória e descritiva para compreender os desafios e as oportunidades enfrentados pelos órgãos públicos com a implementação da Lei nº 14.133/21, conhecida como a Nova Lei de Licitações e Contratos Administrativos. A escolha por uma abordagem qualitativa justifica-se pela natureza complexa e multifacetada do objeto de estudo, que envolve aspectos jurídicos, administrativos e operacionais. A pesquisa qualitativa permite uma compreensão mais profunda dos fenômenos sociais e jurídicos relacionados à aplicação da nova lei, possibilitando a identificação de nuances e particularidades que uma pesquisa quantitativa dificilmente captaria (Yin, 2015).

A primeira etapa constitui-se de em uma revisão bibliográfica, utilizando-se de fontes acadêmicas, doutrinárias e normativas. Foram analisados artigos científicos, teses, dissertações e documentos oficiais que abordam a Lei nº 14.133/21, junto aos seus impactos e sua implementação. A revisão bibliográfica tem como objetivo construir uma base teórica sólida que sustente a análise empírica, identificando os principais conceitos, discussões e lacunas na literatura sobre a nova legislação (Gil, 2008). Para a busca de literatura relevante, foram utilizados bancos de dados acadêmicos, como *Scopus*, *Web of Science*, *Google Scholar* e a Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD).

Na segunda etapa, foi aplicado questionário semiestruturado a servidores públicos diretamente envolvidos com o processo de licitações e contratos administrativos. Sendo a amostra de dezessete profissionais, entre eles, três estão lotados na Regional Oeste da Secretaria das Cidades do Paraná, quatro funcionários públicos da Prefeitura Municipal de Laranjeiras do Sul e dez funcionários públicos da Prefeitura Municipal de Cascavel.

Dos entrevistados, nove apresentam graduação em engenharia civil e oito apresentam graduação em arquitetura e urbanismo, todos os dezessete possuem especialização, sendo que o tempo de serviço no setor público dos mesmos varia entre dois e doze anos. O que confere à amostra um perfil experiente e envolvido nos processos licitatórios e de contratos administrativos.

3.1 APLICAÇÃO DO QUESTIONÁRIO AOS SERVIDORES PÚBLICOS

O questionário, apresentado a seguir na tabela 1, é uma técnica adequada para a obtenção de informações detalhadas, pois permite a flexibilidade de explorar questões emergentes durante a entrevista, além de garantir que os tópicos-chave sejam abordados (Minayo, 2008). O mesmo foi dividido em três seções principais, sendo elas sobre o perfil do profissional, na qual inclui questões sobre a formação e função do servidor, o tempo de serviço, e a familiaridade com a nova lei. Os desafios na implementação da nova lei, que abrangem questões que buscam identificar as dificuldades enfrentadas pelos servidores no entendimento e em sua aplicação, incluindo aspectos como o planejamento, a gestão de riscos e a utilização de novos critérios de julgamento. Como terceira e última parte, os servidores são questionados sobre as oportunidades e benefícios percebidos, onde há foco em explorar as vantagens que os servidores percebem com a nova lei, como a melhoria na transparência, eficiência e governança.

Tabela 1 – Questionário aplicado aos servidores.

1- Qual o seu cargo/função no setor público?				
R.:				
2- Qual órgão/departamento em que atua?				
R.:				
3- Qual o seu tempo de serviço no setor público?				
☐ menos de 1 ano	☐ entre 1 e 5 anos	☐ entre 5 e 10 anos	☐ mais de 10 anos	
4- Em uma escala de 1 a 5, como você avalia seu nível de conhecimento sobre a lei 14.133/21?				
☐ muito baixo	☐ baixo	☐ médio	☐ alto	☐ muito alto
5- Você recebeu treinamento específico sobre a lei 14.133/21?				
R.:				
6- Se sim, como você avalia a qualidade do treinamento?				

☐ muito insatisfatório	☐ insatisfatório	☐ neutro	☐ satisfatório	☐ muito satisfatório
7- Que tipo de capacitação adicional você considera necessária para uma melhor compreensão da nova lei?				
R.:				
8- Em sua opinião, a lei trouxe melhorias para os processos de licitação e contratação em seu órgão?				
☐ Sim	☐ Não		☐ Parcialmente	
9- Se não ou parcialmente, quais são os principais desafios encontrados?				
R.:				
10- A nova lei facilitou a transparência e a competitividade nas licitações realizadas pelo seu órgão?				
☐ Sim	☐ Não		☐ Parcialmente	
11- Seu órgão dispõe de recursos tecnológicos adequados para implementação da lei 14.133/21?				
☐ Sim	☐ Não		☐ Parcialmente	
12- Quais ferramentas ou sistemas adicionais você acredita que seriam necessários?				
R.:				
13- Quais melhorias você sugere para facilitar a implementação da lei 14.133/21 em seu órgão?				
R.:				
14- Você gostaria de acrescentar algum comentário ou compartilhar alguma experiência específica sobre a implementação da nova lei?				
R.:				

Fonte: O Autor

A primeira pergunta aplicada busca identificar o cargo ou a função do servidor que está respondendo ao questionário, onde o mesmo deveria indicar o nome do cargo, por exemplo, gestor de contrato, engenheiro civil, fiscal de obras e demais cargos relacionados ao tema principal deste artigo. Com essa informação houve a possibilidade de categorizar as respostas de acordo com as responsabilidades desempenhadas.

A questão 2 identifica o local de atuação do servidor público, ajudando a contextualizar a aplicação da Lei 14.133/21 em diferentes áreas da administração pública. Os entrevistados foram orientados a responderem de modo objetivo, apenas nomeando o seu local de lotação dentro da área pública, por exemplo, Secretaria das Cidades, Secretaria de Obras, Prefeitura Municipal e Coordenação de Contratos Administrativos.

A questão 3 permite quantificar o tempo de experiência do respondente no setor público. Os quais, foram orientados a selecionar a alternativa que melhor se encaixa em sua jornada, sendo as seguintes as opções apresentadas, menos de um ano de serviço, entre um e cinco anos de serviços, entre seis e dez anos de serviços e mais de dez anos de serviços.

A partir da questão 4, os servidores começam a ser avaliados sobre suas percepções sobre a nova lei de licitações, afim de mensurar o nível de conhecimento dos participantes, permitindo desta forma analisar a familiarização dos mesmos em relação aos principais aspectos e inovações da lei. Os mesmos foram orientados a responder, classificando seu conhecimento em uma escala de 1 a 5, onde 1 significa muito baixo, 2 significa baixo, 3 significa médio, 4 significa alto e 5 significa muito alto.

A quinta pergunta do questionário busca saber se o servidor foi capacitado formalmente para lidar com a nova lei. Sendo que, o treinamento é essencial para a correta aplicação das mudanças introduzidas pela legislação. O servidor foi solicitado a responder marcando a opção sim, se recebeu treinamento ou a opção não, em caso de não ter sido disponibilizado ao mesmo nenhum tipo de orientação sobre a lei.

A questão 6 é uma pergunta de múltipla escolha voltada para os servidores que responderam sim na pergunta anterior. Tem como objetivo avaliar a qualidade do treinamento e ajuda a entender se as capacitações fornecidas foram suficientes. Os participantes foram orientados a classificarem seu treinamento em uma escala de 1 a 5, onde 1 significa muito insatisfatório, 2 insatisfatório, 3 significa neutro, 4 satisfatório e 5 significa muito satisfatório.

A questão 7 trata-se de uma pergunta aberta, destinada a captar sugestões de capacitações específicas que o servidor acredita que o auxiliaria a se familiarizar melhor com a Lei 14.133/21. Sendo solicitado que o mesmo explique de forma objetiva qual tema ou área que precisa ser abordado em um treinamento futuro, por exemplo, gestão de risco, fiscalização de contratos ou até mesmo aplicação de critérios de julgamento de propostas.

A questão 8 tem como objetivo avaliar se o servidor identificou benefícios práticos decorrentes da implementação da nova legislação. A pergunta foi estruturada em formato de múltipla escolha, com três opções de resposta: Sim, caso o respondente tenha percebido melhorias significativas nos processos de licitação e contratação; não, quando não houve percepção de melhorias; e parcialmente, nos casos em que o servidor observou melhorias, mas estas não alcançaram as expectativas esperadas. O entrevistado foi orientado a selecionar a alternativa que melhor refletisse sua percepção sobre os impactos da lei.

A questão 9, busca identificar os principais desafios enfrentados na implementação da lei para os servidores que escolheram as opções não ou parcialmente na pergunta anterior. Sendo uma pergunta que oferta múltiplas escolas, os respondentes foram orientados a selecionar todas as dificuldades percebidas, entre elas: burocracia excessiva, falta de clareza nas normas, dificuldade de adaptação, recursos tecnológicos inadequados, e capacitação insuficiente. Além dessas, uma opção aberta foi disponibilizada para que o servidor pudesse especificar outros desafios não contemplados nas alternativas fornecidas. A resposta a essa questão permite mapear os principais obstáculos que interferem na plena eficácia da nova legislação dentro dos órgãos públicos.

A questão 10 avalia a percepção dos servidores sobre os impactos da Lei 14.133/21 na promoção da transparência e da competitividade nos processos licitatórios de seus órgãos. Os entrevistados foram instruídos a selecionar uma das três opções de resposta: Sim, se acreditam que a nova legislação facilitou esses aspectos; Não, se não observaram mudanças significativas; ou Parcialmente, caso tenham notado melhorias, mas não em todos os processos ou de forma completa. Essa questão permite identificar se a nova lei está cumprindo seu papel ao tornar os processos mais transparentes e competitivos, segundo a percepção daqueles que atuam diretamente com licitações e contratos.

A questão 11 mensura se os órgãos públicos onde os servidores atuam dispõem de recursos tecnológicos adequados para a implementação da lei. Os participantes foram orientados a escolher entre três opções: Sim, caso considerem que os recursos tecnológicos disponíveis são suficientes; não, se acreditam que esses recursos são insuficientes; ou parcialmente, para situações em que existem

algumas ferramentas, mas que ainda não atendem plenamente às exigências da nova legislação. Essa questão permite verificar o nível de preparação tecnológica dos órgãos públicos para atender às novas demandas da lei.

A questão 12 visa identificar quais ferramentas ou sistemas adicionais os servidores acreditam serem necessários para otimizar a implementação da nova lei em seus órgãos. Trata-se de uma pergunta aberta, em que os participantes foram convidados a descrever de maneira específica os recursos tecnológicos que consideram importantes para melhorar a eficiência dos processos licitatórios e contratuais, como softwares de gestão, plataformas de análise de riscos ou sistemas de acompanhamento de contratos. A resposta a essa questão é crucial para compreender as lacunas tecnológicas existentes e propor soluções que atendam às novas exigências da legislação.

A partir da questão 13, os servidores são solicitados a fornecerem sugestões sobre possíveis melhorias que poderiam facilitar a implementação da lei em seus locais de atuação. Por ser uma questão aberta, permite que os respondentes compartilhem suas recomendações sobre alterações ou inovações nos processos, capacitações, estrutura organizacional ou recursos tecnológicos que consideram necessários para otimizar a aplicação da nova legislação. As respostas a essa questão fornecem dados práticos sobre o que pode ser ajustado ou aprimorado para assegurar uma transição mais eficiente e eficaz para o novo regime legal.

A última pergunta deste questionário oferece aos servidores um espaço para acrescentarem comentários finais ou compartilharem experiências pessoais sobre a implementação da Lei 14.133/21 em seus órgãos. Trata-se de uma pergunta aberta que permite aos respondentes fornecerem relatos práticos, destacar desafios específicos enfrentados, ou elogiarem aspectos positivos da nova legislação que impactam diretamente suas funções. As respostas a essa questão visam complementar as informações obtidas nas perguntas anteriores, permitindo uma visão mais abrangente e detalhada das percepções dos servidores sobre a aplicação da nova lei em seu ambiente de trabalho.

A avaliação dos dados qualitativos obtidos foi realizada utilizando a técnica de análise de conteúdo, conforme proposto por Bardin (2011). Essa técnica envolve a codificação dos dados textuais, identificando categorias e subcategorias temáticas que emergem das respostas dos questionários e das informações coletadas na revisão bibliográfica. Como em toda pesquisa qualitativa, a principal limitação deste estudo é a subjetividade inerente às respostas dos questionários e à interpretação dos dados. No entanto, a triangulação dos dados e o uso de uma amostra diversificada de respondentes ajudaram a mitigar essa limitação. Outro empecilho, é a dificuldade em generalizar os resultados, dado

ao caráter exploratório e a amostra não probabilística. Entretanto, o objetivo desta pesquisa não é a generalização, mas sim, a compreensão aprofundada dos fenômenos estudados.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

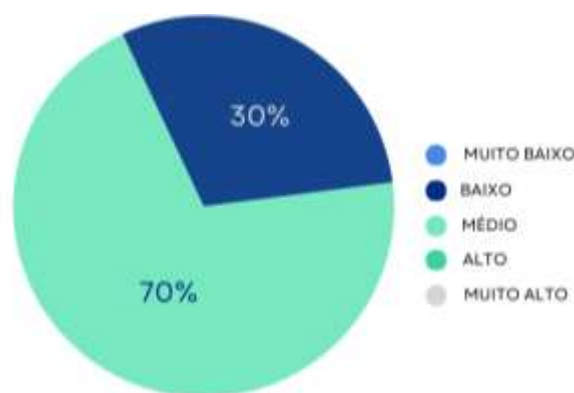
O questionário aplicado a servidores públicos teve como objetivo avaliar a compreensão e a adaptação dos mesmos em relação à Lei 14.133/21, bem como identificar os principais desafios e impactos dessa nova legislação nos processos de licitação e contratação pública. A seguir, são apresentados e discutidos os resultados obtidos a partir das respostas coletadas.

4.1 NÍVEL DE CONHECIMENTO SOBRE A LEI 14.133/21

Os participantes do questionário são funcionários públicos, atuantes em diferentes órgãos e departamentos, com tempo de serviço variado. A maioria dos respondentes possui uma experiência significativa no serviço público, o que contribui para a credibilidade das opiniões expressas sobre a nova lei de licitações. Por exemplo, um dos entrevistados, que ocupa o cargo de engenheiro civil possui doze anos de experiência no setor público, o que sugere um entendimento profundo dos processos administrativos e das mudanças introduzidas pela nova legislação.

Entre os respondentes solicitados a classificar seu nível de conhecimento sobre a nova lei de licitações em uma escala de 1 a 5. Doze pessoas classificaram seu conhecimento como médio, totalizando aproximadamente 70% dos profissionais, assim como cinco pessoas classificaram a sua familiaridade com a nova lei sendo baixa, como mostrado no gráfico 1.

Gráfico 1 – Nível de conhecimento sobre a Lei 14.133/21



Fonte: O Autor

Nenhum dos participantes relatou nível alto de conhecimento, o que indica que, mesmo com a implementação da nova legislação ainda há lacunas a serem preenchidas nos treinamentos oferecidos pelos órgãos públicos. Esse dado é relevante, pois demonstra que, mesmo após a promulgação da lei, os servidores ainda enfrentam dificuldades em dominar os aspectos técnicos e operacionais da nova legislação. Considerando que esses profissionais são responsáveis por garantir a aplicação correta da Lei 14.133/21 no âmbito das licitações e contratos públicos, a falta de um conhecimento profundo pode comprometer a qualidade e a eficiência dos processos.

O nível médio de conhecimento declarado pela maioria dos entrevistados pode ser compreendido em função de diversos fatores. A Lei 14.133/21 trouxe inovações significativas, com mudanças estruturais em relação à legislação anterior (Lei 8.666/93), como novos critérios de julgamento, introdução de modalidades como o diálogo competitivo, maior ênfase no planejamento e gestão de riscos, e a obrigatoriedade de uso de tecnologias digitais. Essas mudanças exigem que os servidores públicos passem por uma fase de adaptação e aprendizado, o que justifica a dificuldade em alcançar um nível mais elevado de familiaridade com as novas regras.

Segundo Di Pietro (2021), a transição de uma legislação que estava em vigor há quase três décadas para uma nova lei que apresenta profundas transformações nos procedimentos de licitação pública impõe um desafio significativo aos órgãos públicos. Isso implica a necessidade de capacitação contínua para garantir que os servidores desenvolvam as habilidades e o conhecimento necessário para aplicar a nova legislação de maneira eficaz.

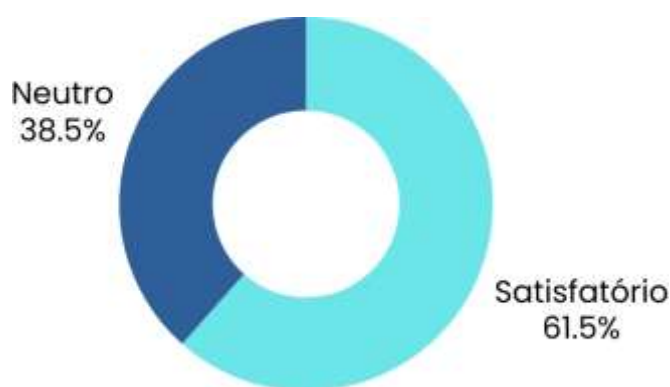
4.2 TREINAMENTO ESPECÍFICO SOBRE A LEI

A implementação bem-sucedida da nova lei de licitações e contratos administrativos exige um treinamento especializado e contínuo dos servidores públicos. O treinamento específico é uma etapa crucial para que os servidores possam compreender as inovações, aplicar corretamente as diretrizes da lei, e superar os desafios impostos pelas mudanças em relação à legislação anterior.

Ao serem questionados sobre treinamentos feitos para adequação a lei, treze dos respondentes afirmaram ter recebido algum tipo de treinamento, enquanto quatro indicaram que não receberam treinamento. Esses resultados revelam que, embora uma maioria dos servidores tenha recebido algum tipo de formação, ainda há uma parcela significativa que permanece sem adequação, o que pode comprometer a eficiência da aplicação da nova lei em suas respectivas funções.

Entre os que receberam treinamento, oito servidores classificaram como satisfatório, destacando que o treinamento foi suficiente para fornecer uma visão geral da legislação, mas nenhum o classificou como muito satisfatório. Além disso, cinco respondentes avaliaram o treinamento de forma neutra, assim como apresentado no gráfico 2, o que indica que a capacitação recebida pode ter sido insuficiente ou não totalmente adaptada às necessidades específicas dos servidores em suas áreas de atuação.

Gráfico 2 – Satisfação em relação a treinamentos sobre a Lei 14.133/21



Fonte: O Autor

Embora o número de servidores que recebeu treinamento seja significativo, a avaliação satisfatória e neutra por parte dos entrevistados aponta para possíveis limitações no conteúdo e na profundidade das capacitações oferecidas até o momento. Isso sugere que, embora as formações forneçam uma base, as mesmas podem não estar explorando os aspectos mais complexos e operacionais da Lei 14.133/21, limitando-se a uma abordagem mais superficial.

A análise dos resultados revela a importância da capacitação direcionada e contínua. A introdução de uma legislação tão robusta e transformadora como a Lei 14.133/21 requer mais do que apenas um treinamento inicial. Os servidores públicos, especialmente aqueles diretamente envolvidos nos processos licitatórios e de contratos, necessitam de formação especializada, ajustada às peculiaridades de cada setor de atuação. Esse é um ponto crítico, pois a lei trouxe inovações significativas como o diálogo competitivo, a gestão de riscos, e a utilização de tecnologias digitais nos processos licitatórios, exigindo que os servidores desenvolvam novas competências e habilidades.

De acordo com Almeida (2023), a falta de treinamento especializado pode resultar em uma série de problemas operacionais, como a aplicação incorreta da legislação, o aumento de erros nos processos

licitatórios e a redução da eficiência nas contratações públicas. Além disso, servidores que não são adequadamente capacitados tendem a enfrentar maior dificuldade em interpretar e aplicar os novos dispositivos legais, o que pode atrasar ou até comprometer a execução dos contratos.

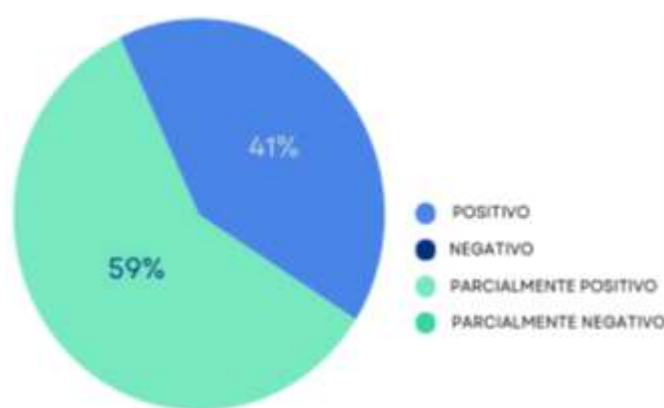
Isso corrobora com o argumento de que os treinamentos oferecidos até o momento podem ter sido de caráter introdutório, focando em um público mais amplo, mas sem abordar as particularidades de setores críticos, como fiscalização de contratos, planejamento de projetos, e gestão de compras e aquisições.

4.3 IMPACTO DA NOVA LEI NA ROTINA DE TRABALHO

A Lei 14.133/21 trouxe mudanças profundas no processo licitatório e contratual da administração pública, impondo novas exigências e introduzindo procedimentos inovadores. Essas alterações impactam diretamente a rotina dos servidores públicos, especialmente aqueles que trabalham com planejamento, execução e fiscalização de contratos administrativos. Este item explora as percepções dos servidores sobre como a nova legislação impactou suas atividades diárias, as melhorias percebidas e os desafios enfrentados.

Dos dezessete servidores entrevistados, sete afirmaram que a lei trouxe melhorias significativas para os processos de licitação e contratação em seus órgãos, enquanto dez acreditam que as melhorias ocorreram de forma parcial. Sendo que nenhum dos servidores apontou a ausência total de melhorias, como apresentado no gráfico 3.

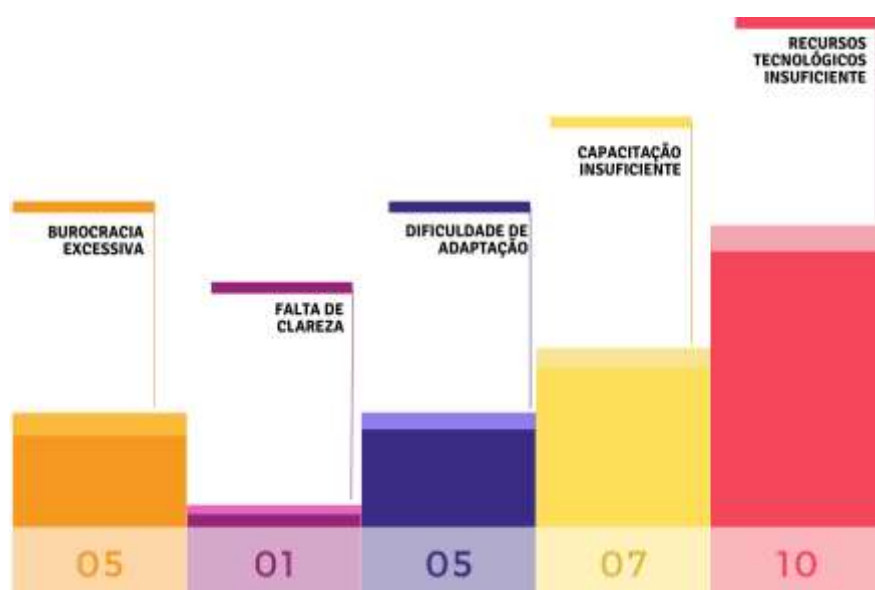
Gráfico 3 – Impacto na rotina de trabalho



Fonte: O Autor

Isso sugere que a nova legislação tem o potencial de aprimorar a eficiência dos processos licitatórios quando implementada corretamente. Contudo, os dez participantes que indicaram parcialidade na melhoria de suas rotinas, expressaram que os desafios como a burocracia excessiva, falta de clareza nas normas, dificuldade de adaptação, recursos tecnológicos inadequados em relação aos *softwares* disponibilizados para trabalho e capacitação insuficiente foram identificados, principalmente por aqueles que ainda estão se ajustando às novas exigências impostas pela lei como apresentado em números no gráfico 4.

Gráfico 4 – Desafios enfrentados pelos servidores



Fonte: O Autor

Esses desafios podem impactar a eficácia da implementação da nova legislação, exigindo atenção dos gestores públicos para garantir que as mudanças sejam bem-sucedidas. Entre os desafios destacados, a falta de recursos tecnológicos e a insuficiência de capacitação foram os mais citados, o que corrobora a necessidade de investimentos em infraestrutura tecnológica e em treinamentos mais robustos. No entanto, ao ser solicitado por opiniões para melhorias aos entrevistados, os mesmos não apontaram sugestões para melhorias ou novos sistemas, o que pode indicar uma necessidade de maior envolvimento dos servidores no processo de modernização tecnológica ou uma percepção de suficiência nos recursos já disponíveis.

Sobre a adequação dos recursos tecnológicos disponíveis nos órgãos públicos para implementar a nova legislação, doze dos entrevistados afirmaram que não há recursos adequados, enquanto dois disseram que sim, e três acreditam que os recursos disponíveis são parcialmente suficientes. Esses

dados refletem uma deficiência significativa na infraestrutura tecnológica, o que pode ser um grande obstáculo para a plena implementação da nova legislação. Como, por exemplo, a falta de ferramentas adequadas, mais especificadamente, programas de leitura de projetos em BIM (*Building Information Modeling*) foi apontada por grande parte dos respondentes sendo uma necessidade crítica para melhorar a implementação da nova lei.

4.4 TRANSPARÊNCIA E COMPETITIVIDADE

A Lei 14.133/21 tem como um de seus pilares fundamentais a promoção da transparência e da competitividade nos processos licitatórios, buscando modernizar as práticas de contratação pública e alinhar o Brasil às melhores práticas internacionais de governança. Essa questão também foi abordada e os resultados do questionário confirmam que para muitos dos servidores públicos entrevistados, a nova lei tem cumprido esse papel em suas respectivas funções e órgãos.

De acordo com os dados coletados, doze dos dezessete entrevistados acreditam que a lei facilitou os processos licitatórios realizados por seus órgãos. Isso representa aproximadamente 70% dos respondentes, um indicativo forte de que, na percepção da maioria, a nova legislação trouxe avanços significativos nesses dois aspectos. No entanto, cinco entrevistados afirmaram que não perceberam uma melhoria relevante, representando aproximadamente 30% da amostra. Dois respondentes afirmaram que as melhorias foram percebidas apenas de forma parcial, sugerindo que, embora a transparência e competitividade tenham aumentado, ainda há limitações e desafios a serem enfrentados.

O aumento da transparência promovido pela lei é notável em vários aspectos, especialmente devido à exigência de que todas as etapas do processo licitatório sejam amplamente divulgadas e publicadas em meios eletrônicos, como o Portal Nacional de Contratações Públicas. Este portal centraliza todas as informações relativas às licitações públicas, facilitando o acesso por parte da sociedade civil e dos órgãos de controle, como o Tribunal de Contas e o Ministério Público.

Essa centralização das informações permite maior controle social e fiscalização dos processos licitatórios, inibindo práticas de corrupção e favorecimento. A transparência também se dá pela obrigatoriedade de justificativas para escolhas feitas no processo de licitação, o que aumenta a confiabilidade das decisões tomadas pela administração pública (Mello, 2022).

Por outro lado, a competitividade nos processos licitatórios foi aprimorada, segundo os servidores, pela redução de barreiras burocráticas para a participação de empresas, especialmente pequenas e

médias. Sendo que a nova legislação permite um ambiente mais inclusivo, onde empresas com menor estrutura têm a oportunidade de competir de forma mais justa, ampliando a gama de opções disponíveis para a administração pública. Com mais competidores, espera-se que as contratações públicas se tornem mais vantajosas em termos de qualidade, inovação e custos. Essa percepção positiva também é suportada pela introdução de novos critérios de julgamento de propostas, como melhor técnica e maior retorno econômico, que permitem uma análise mais criteriosa e adequada às necessidades de cada contratação. Esse tipo de flexibilidade possibilita que as melhores ofertas, e não apenas as mais baratas, sejam selecionadas, promovendo a qualidade nas contratações (Di Pietro, 2021).

Outro aspecto relevante citado pelos funcionários públicos, através do questionário aplicado, ligados diretamente ao processo de licitação, é a exigência de que a dotação orçamentária esteja previamente alocada para cada projeto ou obra antes do início do processo de licitação. Esse requisito aumenta a previsibilidade e confiabilidade dos processos, evitando que obras e serviços sejam licitados sem previsão de recursos, uma prática comum no regime anterior, que frequentemente resultava em atrasos e aditivos contratuais.

4.5 SUGESTÕES E COMENTÁRIOS FINAIS

A última seção do questionário permitiu que os servidores expressassem suas opiniões de forma aberta, fornecendo sugestões sobre como aprimorar a implementação da Lei 14.133/21 e compartilhando suas percepções finais sobre a nova legislação. Este item é fundamental para identificar percepções qualitativas sobre a lei, além de levantar pontos de atenção e oportunidades de melhoria que podem não ter sido capturados nas perguntas anteriores do questionário.

As principais sugestões e temáticas recorrentes entre os dezessete servidores entrevistados, foram relacionadas a três áreas principais. A primeira foi a capacitação e treinamento contínuo. Essa necessidade foi uma das principais sugestões mesmo entre os que já receberam algum tipo de treinamento, a maioria destacou que esses treinamentos foram insuficientes para abordar a profundidade e complexidade exigida pela Lei 14.133/21. De acordo com os entrevistados, é necessário não apenas mais treinamentos, mas treinamentos que sejam específicos por áreas de atuação, abordando tanto as funções operacionais como a fiscalização e gestão de contratos, junto a criação de cursos online, a disponibilização de *webinars*, e o fornecimento de material de consulta atualizado para facilitar o acesso contínuo à capacitação.

Em relação a essas sugestões, vale ressaltar que a Escola de Gestão do Paraná oferece uma variedade de cursos específicos voltados para capacitar os servidores públicos nas complexidades da Nova Lei de Licitações e Contratos Administrativos (Lei nº 14.133/21), desempenhando um papel estratégico na formação contínua desses profissionais. Entre os cursos disponíveis, destacam-se aqueles direcionados ao aprofundamento na gestão de riscos em contratos, no uso de novas tecnologias aplicáveis ao processo licitatório e na interpretação dos critérios de julgamento previstos pela nova legislação. Tais programas de capacitação incluem módulos sobre integridade nas contratações, planejamento de projetos, fiscalização de obras, conjunto de práticas, políticas e diretrizes adotadas pelo Governo do Estado para assegurar que suas atividades estejam em conformidade com as leis, sendo que estas práticas são essenciais para garantir uma aplicação eficaz e alinhada às diretrizes de governança pública. Assim, a Escola de Gestão do Paraná se posiciona como uma ferramenta indispensável de apoio técnico e de desenvolvimento de competências, assegurando que os servidores estejam adequadamente preparados para enfrentar os desafios e responsabilidades impostos pela modernização das licitações e contratos administrativos.

A segunda área mencionada nas sugestões é direcionada a melhorias das ferramentas e recursos tecnológicos. Alguns entrevistados também sugeriram a implementação de soluções automatizadas para otimizar as etapas burocráticas dos processos licitatórios, como a análise de documentos, a verificação de conformidade e a gestão de contratos. O uso de tecnologias avançadas, como sistemas de gestão integrados e inteligência artificial, foram citados como possibilidades para reduzir a carga de trabalho manual e minimizar erros humanos durante o processo.

Como terceira principal área apontada pelos servidores, sendo indicada por cinco dos entrevistados, está a integração e colaboração entre órgãos públicos, tanto nas esferas federal, estadual e municipal. A troca de informações e boas práticas entre os órgãos foi considerada essencial para melhorar a eficácia da Lei 14.133/21. Essa colaboração seria particularmente útil para disseminar conhecimento sobre a legislação, compartilhar ferramentas de gestão e alinhar os procedimentos e normas aplicáveis. Os respondentes sugeriram a criação de redes de colaboração ou fóruns de discussão interinstitucionais, nos quais os mesmos poderiam compartilhar experiências, discutir problemas e encontrar soluções conjuntas para os desafios da aplicação da lei. Essas redes também poderiam promover o desenvolvimento de manuais e guias padronizados, facilitando o cumprimento das normas legais em todas as regiões do Brasil.

5. CONCLUSÃO

O objetivo deste trabalho foi avaliar os desafios e as oportunidades enfrentados pelos servidores públicos com a implementação da Lei 14.133/21, conhecida como a Nova Lei de Licitações e Contratos Administrativos. A pesquisa visou entender como a nova legislação tem impactado as rotinas de trabalho, especialmente no que se refere ao conhecimento sobre a lei, a capacitação oferecida, os recursos tecnológicos disponíveis e as percepções gerais sobre transparência e competitividade. Para isso, foi aplicado um questionário a servidores de diferentes órgãos públicos, buscando identificar as principais dificuldades e sugestões para aprimorar a aplicação da nova norma.

Os resultados obtidos mostraram que, embora a lei tenha sido amplamente reconhecida como uma legislação positiva, trazendo avanços significativos em termos de transparência, eficiência e competitividade, muitos servidores ainda enfrentam desafios consideráveis em sua implementação. O nível de conhecimento sobre a nova lei foi avaliado como médio pela maioria dos respondentes, o que sugere a necessidade de capacitações mais aprofundadas. Além disso, os treinamentos oferecidos, embora considerados satisfatórios, não foram suficientes para atender às demandas específicas de todas as áreas de atuação. Outro ponto crítico levantado, foi a falta de recursos tecnológicos adequados para implementar as exigências da nova legislação, o que afeta a eficácia dos processos licitatórios. Por fim, os servidores destacaram a importância de promover maior integração e colaboração entre os órgãos públicos, além de sugerirem melhorias contínuas nos programas de capacitação.

Conclui-se que, apesar das dificuldades, a Lei 14.133/21 representa um avanço significativo para a modernização das licitações públicas no Brasil, oferecendo uma base mais sólida para a governança, transparência e competitividade nas contratações públicas. No entanto, para que os benefícios da nova legislação sejam plenamente percebidos, é imprescindível que os órgãos públicos invistam em capacitações contínuas e mais específicas para seus servidores, além de modernizar suas ferramentas tecnológicas, de forma a garantir a eficiência na aplicação das novas diretrizes. A implementação da Lei 14.133/21 depende de um esforço conjunto, que envolve a adaptação cultural dos servidores e o fornecimento de recursos adequados para enfrentar os desafios impostos pelas inovações trazidas pela legislação.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, J. R. A transição das normas de licitações: desafios e oportunidades na Lei nº 14.133/21. *Revista Brasileira de Administração Pública*, 57(1), 15-32, 2023.
- BARDIN, L. *Análise de conteúdo*. 7ª ed. Lisboa: Edições 70, 2011.
- DENZIN, N. K. *The Research Act: A Theoretical Introduction to Sociological Methods*. 3ª ed. Englewood Cliffs: Prentice Hall, 2009.
- DI PIETRO, M. S. Z. *Direito Administrativo*. 34ª ed. São Paulo: Atlas, 2021.
- GIL, A. C. *Métodos e Técnicas de Pesquisa Social*. 6ª ed. São Paulo: Atlas, 2008.
- JUSTEN FILHO, M. *Comentários à Lei de Licitações e Contratos Administrativos*. 17ª ed. São Paulo: Dialética, 2021.
- MEIRELLES, H. L. *Licitação e Contrato Administrativo*. 18ª ed. São Paulo: Malheiros, 2016.
- MELLO, C. A. B. Inovações na nova Lei de Licitações: uma análise crítica. *Revista de Direito Público*, 28(2), 105-128, 2022.
- MINAYO, M. C. S. *O Desafio do Conhecimento: Pesquisa Qualitativa em Saúde*. 10ª ed. São Paulo: Hucitec, 2008.
- PEREIRA, R. M. Capacitação e qualificação de servidores públicos frente à nova Lei de Licitações. *Revista de Administração Pública*, 55(3), 245-267, 2021.
- SILVA, L. A. Transparência nas contratações públicas: desafios e perspectivas com a nova Lei nº 14.133/21. *Revista de Políticas Públicas*, 20(4), 201-220, 2022.
- VIANA, T. C. Gestão de riscos nas contratações públicas: a nova perspectiva da Lei nº 14.133/21. *Revista de Direito Administrativo*, 59(1), 67-85, 2023.
- YIN, R. K. *Estudo de caso: planejamento e métodos*. 5ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.
- BRASIL. Lei n.º 14.133, de 1º de abril de 2021. Dispõe sobre a Nova Lei de Licitações e Contratos Administrativos. *Diário Oficial da União*: seção 1, Brasília, DF, p. 1, 01 abr. 2021.

ENGENHARIA: A MÁQUINA QUE CONSTRÓI O FUTURO

VOLUME XVIII



conhecimentolivre.org/home



contato@conhecimentolivre.org



[editoraconhecimentolivre](https://www.instagram.com/editoraconhecimentolivre)



EDITORIA CONHECIMENTO LIVRE