

INÊS FLORES-COLEN
TITO LÍVIO FERREIRA GOMIDE
STELLA MARYS DELLA FLORA
(Coordenadores)

Manual de
MANUTENÇÃO
em
EDIFICAÇÕES

Estudos, técnicas e aplicações

CARLOS PINTO DEL MAR
FERNANDO BRANCO
(Prefácios)



São Paulo - SP
2022

SOBRE OS COORDENADORES



INÊS FLORES-COLEN

Professora Catedrática do Departamento de Engenharia Civil, Arquitetura e Georrecursos do Instituto Superior Técnico, da Universidade de Lisboa, e membro do CERIS – Investigação e Inovação em Engenharia Civil para a Sustentabilidade, onde foi Vice-Presidente durante dois anos. Tem como principais áreas de investigação: patologia, manutenção e reabilitação das construções; desempenho; inspeção, diagnóstico e ensaios *in-situ*. Com vários artigos na área da manutenção, tem participado como perita nas comissões técnicas CT94 (Manutenção) e CT192 (*Facility Management*), colaborando também nos grupos de trabalho do CIB (W86 e W70), do CEN (TC348) e da ISO (TC267). É Presidente do GECORPA (Grémio do Património) e membro das associações APFM (Associação Portuguesa de *Facility Management*) e APMI (Associação Portuguesa de Manutenção Industrial).
ines.flores.colen@tecnico.ulisboa.pt



TITO LÍVIO FERREIRA GOMIDE

Engenheiro Civil, Bacharel em Direito e Perito Criminal, atuando como perito de Engenharia e de Grafoscopia do Gabinete de Perícias Gomide, desde 1979. Além de perito consagrado, é conferencista, professor e autor de diversos livros de Engenharia Legal, Engenharia Diagnóstica, Inspeção Predial e Grafoscopia, com palestras e aulas ministradas em diversas Universidades e Instituições, do Brasil e exterior, tais como a FAAP, Mackenzie, PUC-Rio, USP, Inbec, Creas, Secovi, Sinduscon e Fundec, de Lisboa. Recebeu premiações, por trabalhos técnicos, no Cobreap e Instituto de Engenharia (IE), além de homenagem de honra ao mérito, da PUC-Rio. Foi diretor e presidente do Ibape-SP e coordenador da Divisão Técnica de Patologia das Construções do Instituto de Engenharia. É conselheiro da Fundec, membro da APEJESP, do IE e da Confederation Internationale des Associations D'Experts et de Conseils da ONU.
gpgomide@uol.com.br



STELLA MARYS DELLA FLORA

Engenheira Civil pela FAAP, mestre em Engenharia Civil pela Universidade São Judas e pós-graduada em Engenharia Diagnóstica – Patologia e Perícias na Construção Civil pelo INBEC. Especialista em Engenharia Diagnóstica com trabalhos de vistorias, inspeções, auditorias e perícias realizados para as construtoras e incorporadoras tradicionais do mercado brasileiro, além de perita judicial e assistente técnica em processos no judiciário. Professora nos cursos de Engenharia Diagnóstica, Desempenho e Inspeção Predial do INBEC, Instituto de Engenharia e PUC-Rio. Coautora dos livros “Diretrizes Técnicas de Engenharia Diagnóstica em Edificações” (2016), “Engenharia Legal 6” (2019), “Inspeção Predial Total” (3ª edição, 2020) e “Manual de Engenharia Diagnóstica” (1ª edição, 2018 e 2ª edição, 2021). É coordenadora da Divisão Técnica de Engenharia Diagnóstica do Instituto de Engenharia e membro do conselho deliberativo do Instituto de Engenharia, além de sócia e perita no Gabinete de Perícias Gomide.
stella@gabinetegomide.com.br

SOBRE OS AUTORES



ALEX ELIAS CARLINO

Engenheiro Civil formado pela Universidade Federal de São Carlos – UFSCar (2005). Possui mestrado em Construção Civil pelo Departamento de Engenharia Civil da UFSCar (2012). É servidor da Universidade Federal de São Carlos desde 2008, atuou na Divisão de Fiscalização de Obras – DIFO/PU (agosto de 2008 – fevereiro de 2010); Diretor da Divisão de Manutenção – DIMAN/PU (fevereiro de 2010 – outubro de 2014); Prefeito Universitário do Campus de Lagoa do Sino da UFSCar – PU-LS (outubro 2014 – janeiro de 2020); Prefeito Universitário do Campus de São Carlos da UFSCar – PU (janeiro de 2020 – janeiro 2021). Atualmente atua como Coordenador de Contratos e Serviços da Prefeitura Universitária do Campus de São Carlos da UFSCar

acarlino@ufscar.br



ALEXANDRA SANTOS

Licenciada em Arquitetura e Mestre em Construção pelo Instituto Técnico de Lisboa, com a dissertação do tema sobre Avaliação Pós-ocupação de Espaços de trabalho, em 2021 adquire a Certificação alemã de especialista em Projetos de ambientes de trabalho pela Mensch&Buro Akademie. Integra, como membro efetivo, a Ordem dos Arquitetos desde 2001 e colabora com vários gabinetes de Arquitetura, na Consultoria em arquitetura e gestão de Projetos. Com um forte interesse pelo Facility Management e o seu impacto na performance de edifícios corporativos, cria em 2013 a Connecting PLace, Lda, onde promove consultoria estratégica em Ambientes colaborativos através de Assessment/Change Management, para medir o impacto do espaço na cultura e compromisso dos colaboradores. Desenvolveu uma metodologia de diagnóstico – W.Place que integra um programa de desempenho e eficiência, inovação digital/ otimização de espaços e motivação do capital humano para as novas formas de trabalhar. É membro da APFM desde 2009, vogal e secretária da Comissão Técnica CT192 – Facility Management, participa no processo de normalização portuguesa – EN15221 e da série ISO 41000, é representante internacional do IPQ no grupo de trabalho ISO/TC267-WG5 – Human behavior. Desde 2011, é convidada a falar sobre o tema da Avaliação pós-ocupação, sendo atualmente formadora da Academia de FM (APFM), com os módulos: Workplace e Wellbeing. Desde 2019, representa o grupo de networking: Mulheres no Facility Management em Portugal.

Asantos@cplace.pt



ALEXANDRE MARCELO FONTES LARA

Engenheiro Mecânico graduado pela FEI, pós-Graduado em Refrigeração e Ar-Condicionado e em Avaliações e Perícias de Engenharia. Possui 34 anos de experiência profissional na área de Operação & Manutenção, com atuação na implantação, coordenação, auditoria e consultoria em projetos de O&M predial e industrial, além de sua atuação como Autoridade de Comissionamento em alguns dos principais projetos de infraestrutura predial e industrial no Brasil. Autor de diversos artigos sobre comissionamento, auditorias de qualidade na prestação de serviços, manutenção e operação em instalações prediais e industriais para as revistas INFRA, TECHNE, PINI/Construção Mercado, ABEMPI e Climatização & Refrigeração. É docente da cadeira de Operação e Manutenção no curso de pós-graduação em Avaliações e Perícias de Engenharia – MACKENZIE e docente sobre os temas Operação e Manutenção e Gestão de Processos no curso de “Engenharia Hospitalar” pela UNIVERSIDADE EINSTEIN. É Diretor Técnico da A&F Partners Consulting Engenharia Ltda.

alexandre.lara@afconsulting.com.br



ANA DINIS ALVES

Ana Dinis Alves, Arquitecta e Coordenadora BIM, Assistente Convidada do Departamento de Engenharia Civil da Universidade de Aveiro, e membro do RISCO –Riscos e Sustentabilidade na Construção. Tem como principais áreas de investigação: Aplicação e desenvolvimento da metodologia BIM em fase de projeto e em fase de construção.

anadalves@ua.pt



ANA SILVA

Investigadora pós-doutorada do Departamento de Engenharia Civil, Arquitectura e Georrecursos do Instituto Superior Técnico, da Universidade de Lisboa, e membro do CERIS -Investigação e Inovação em Engenharia Civil para a Sustentabilidade. Autora de 46 publicações científicas em revistas indexadas. Autora do livro “Methodologies for service life prediction of buildings: with a focus on façade claddings”, da Springer International Publishing. Investigadora Responsável do Projecto “Buildings Envelope SLP-based Maintenance: reducing the risks and costs for owners”. Membro de dois projectos de investigação em curso, na Universidade de Sevilha e na Universidade Católica do Chile. Orientação de duas teses de doutoramento concluídas, duas teses de doutoramento em desenvolvimento, e sete dissertações de mestrado na área da previsão da vida útil. Secretária da comissão CIB W080 – Prediction of Service Life Prediction of Building Materials and Components. Membro do comité técnico da ISO TC 59 SC14 – “Design life of buildings”.

ana.ferreira.silva@tecnico.ulisboa.pt



ANTÔNIO GUILHERME MENEZES BRAGA

Engenheiro Civil pela Faculdade de Engenharia Civil da UNISANTA – Santos/SP em 1984 e Engenheiro de Segurança do Trabalho pela Fundacentro em 1985; Pós-graduado em Avaliações e Perícias de Engenharia pela IBAPE/Unisanta em 2004, Perito Judicial e Assistente Técnico desde 1990; Palestrante e ministrador de cursos e treinamento nos temas Perícias Aduaneiras e Avaliações Especiais; Diretor do Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de Engenharia de São Paulo – IBAPE/SP (para o biênio 2006/2007 e 2020/2021). Diretor do Instituto de Engenharia de São Paulo para o biênio 2018/2019; Presidente da Associação dos Assistentes Técnicos Aduaneiros do Brasil – AATAB, para o triênio 2017/2019; Co-Autor do Estudo “Valores de Edificações de Imóveis Urbanos – Santos/SP”; Co-Autor do Estudo “A Externalidade Positiva de Loja-Âncora em Shopping Center”; Co-Autor do Livro “Engenharia Legal – Novos Estudos” editado pela Editora Leud. Coordenador do Livro “Manual de Engenharia Diagnóstica” editado pela Editora Leud.

ag.braga@uol.com.br



ANTÓNIO VILHENA

Investigador Auxiliar do Departamento de Edifícios do Laboratório Nacional de Engenharia Civil, I.P., Professor Convidado em cursos de mestrado de diversas universidades nacionais. Tem como principais áreas de investigação: patologia da construção, manutenção e reabilitação de edifícios; qualidade na construção; estudo de produtos inovadores.

avilhena@lnec.pt



CLAUDIA FERREIRA

Investigadora pós-doutorada do Departamento de Engenharia Civil, Arquitectura e Georrecursos do Instituto Superior Técnico, da Universidade de Lisboa, e membro do CERIS – Investigação e Inovação em Engenharia Civil para a Sustentabilidade. Trabalha há 8 anos na análise de ciclo de vida e gestão das construções, mais especificamente no ciclo de vida e gestão de infra-estruturas, em modelos de previsão da vida útil e na definição de modelos de manutenção. Autora de 9 artigos em revista científica internacional indexada no âmbito desta área de investigação.

claudiaarferreira@tecnico.ulisboa.pt



CARLOS OLIVEIRA CRUZ

Professor Associado com Agregação no Departamento de Engenharia Civil, Arquitectura e Georrecursos (DECivil) do Instituto Superior Técnico (IST) e Vice-Presidente do CERIS – Investigação e Inovação em Engenharia Civil para a Sustentabilidade. Os seus interesses académicos incluem economia da construção, engenharia económica e modelos de provisão de infra-estruturas. Foi Vice-Presidente do Instituto de Engenharia de Estruturas,

Território e Construção e Visiting Scholar na J. F. Kennedy School of Government (Harvard University), onde desenvolveu trabalho na área da renegociação de contratos de concessão. Desempenhou ainda as funções de Assessor na Secretaria de Estado dos Transportes e foi Administrador de uma empresa de consultoria.

oliveira.cruz@tecnico.ulisboa.pt



DÁLIA LOUREIRO

Investigadora Auxiliar do Núcleo de Engenharia Sanitária do Departamento de Hidráulica e Ambiente, Laboratório Nacional de Engenharia Civil. Tem como principais áreas de investigação: gestão de perdas de água e de energia em sistemas de abastecimento de água para uso urbano e agrícola, avaliação do desempenho e gestão patrimonial de infraestruturas.

dloureiro@lnec.pt



DANIEL GASPAR

É Professor adjunto da Escola Superior de Tecnologia de Gestão de Viseu nas disciplinas de Gestão da Manutenção, Design de Produto, Projecto Mecânico e Gestão da Qualidade, sendo membro investigador do CISED – Centro de Investigação em Serviços Digitais (CISeD). Atualmente, desenvolve os trabalhos de investigação na área da Manutenção, Predictive Analysis, Simulação Monte Carlo e gestão de Activos e análise de Risco.

dangas05@gmail.com



DIANA REGUENGA

Mestre em Engenharia Mecânica e Gestão Industrial pelo Instituto Politécnico de Viseu. Na mesma instituição, foi bolsista do projeto de investigação DRIVES - Development and Research on Innovative Vocational Skills project - do programa Erasmus+. Atualmente, trabalha na área de instalações mecânicas para o interior de edifícios. É secretária da Comissão Técnica 94 - Manutenção Industrial e vogal do Conselho Fiscal da Associação Idescom, onde também desempenha o papel de Embaixador do programa Ambassadors4skills&jobs. Os seus interesses de investigação baseiam-se na Gestão da Qualidade, Gestão de Projetos, Gestão da Manutenção e Termodinâmica.

diana.reguenga@hotmail.com



DÍLIA COVAS

Professora Catedrática do Departamento de Engenharia Civil, Arquitectura e Georrecursos do Instituto Superior Técnico, da Universidade de Lisboa, e membro do CERIS – Investigação e Inovação em Engenharia Civil para a Sustentabilidade. Desenvolve investigação fundamental e aplicada em Hidráulica nos domínios dos regimes transitórios hidráulicos em sistemas elevatórios e hidroelétricos, da eficiência energética e recuperação de

energia hídrica e da gestão das infraestruturas urbanas de água. (Co)autora de dois Guias Técnicos ERSAR (nº 16 e nº 23) editados pela Entidade Reguladora dos Serviços de Águas e Resíduos no domínio da construção e reabilitação de infraestruturas de água. Interesses de investigação: hidráulica computacional, eficiência energética, controlo de perdas de água, gestão de infraestruturas, reabilitação, condição infraestrutural, melhoria da O&M. didia.covas@tecnico.ulisboa.pt



DOUGLAS BARRETO

Graduado em Engenharia Civil (UAM 2004) e Tecnologia Construção Civil pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (1983), Mestrado em Building Services Engineering – Heriot-Watt University (1990) Watt University (1990), Doutorado em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade de São Paulo (1998); e Pós-Doutorado no Laboratório Nacional de Engenharia Civil – LNEC – Lisboa – Portugal em 2010. Atualmente Professor Associado II do Departamento de Engenharia Civil da UFSCar, na ênfase Sistemas Construtivos. Coordenador de Pós-Graduação Latu Sensu em Gestão e Tecnologia de Sistemas Construtivos de Edificações (Turma 2020-2022). Diretor do Escritório de Desenvolvimento Físico dos Campi da UFSCar de 2012 a 2016. Coordenador do Programa de Mestrado Profissional do IPT de 2006 a 2011, além de pesquisador II do Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (de 1979 a 2011) atuando no Laboratório de Instalações Prediais e Saneamento. Tem experiência na área de Engenharia Civil, com ênfase em Construção Civil, atuando principalmente nos seguintes temas: Engenharia Diagnóstica, Sistemas Prediais, Sustentabilidade do Ambiente Construído com foco no uso racional da água nas edificações e de energias alternativas. Cidades Inteligentes (Smart Cities). Iot nas Edificações. Desenvolve várias pesquisas sobre soluções de patologias nos sistemas prediais, além de trabalhos técnicos de restauro de sítios históricos, com base em prospecção de resultados de avaliações laboratoriais e de campo. Uso e Consumo Eficiente de energia e água nas Edificações. Aproveitamento e reuso de água nas Edificações. Certificação Ambiental de Edifícios e Etiquetagem de Eficiência Energéticas nos Edifícios e Sistemas Fotovoltaicos para Edifícios.

dbarreto@ufscar.br



FERNANDA RODRIGUES

Professora Auxiliar com Agregação do Departamento de Engenharia Civil da Universidade de Aveiro, e membro do RISCO – Riscos e Sustentabilidade na Construção. Tem como principais áreas de investigação: avaliação do estado de conservação de edifícios: metodologia para a determinação de graus de degradação, gestão e manutenção do edificado.

mfrodrigues@ua.pt



INÊS FLORES-COLEN

Professora Catedrática do Departamento de Engenharia Civil, Arquitetura e Georrecursos do Instituto Superior Técnico, da Universidade de Lisboa, e membro do CERIS – Investigação e Inovação em Engenharia Civil para a Sustentabilidade, onde foi Vice-Presidente durante dois anos. Tem como principais áreas de investigação: patologia, manutenção e reabilitação das construções; desempenho; inspeção, diagnóstico e ensaios *in-situ*. Com vários artigos na área da manutenção, tem participado como perita nas comissões técnicas CT94 (Manutenção) e CT192 (*Facility Management*), colaborando também nos grupos de trabalho do CIB (W86 e W70), do CEN (TC348) e da ISO (TC 267). É Presidente do GECORPA (Grémio do Património) e membro das associações APFM (Associação Portuguesa de *Facility Management*) e APMI (Associação Portuguesa de Manutenção Industrial).

ines.flores.colen@tecnico.ulisboa.pt



JERÔNIMO CABRAL PEREIRA FAGUNDES NETO

Engenheiro Civil pela Escola de Engenharia de Lins em 1980; Pós-graduado em Avaliações e Perícias de Engenharia pela FAAP em 2002; Mestre em Habitação na área: Tecnologia das Edificações pelo IPT – 2007; Membro docente dos cursos de pós-graduação em perícias de Engenharia e Avaliações em convênios com entidades diversas; Autor e Coautor de livros e artigos técnicos sobre Engenharia Diagnóstica em Edificações (um dos precursores da doutrina), Inspeção Predial, Manutenção Predial, Revestimentos em fachadas, com premiação em alguns títulos: no COBREAP e Instituto de Engenharia; Foi Vice Presidente de Atividades Técnicas do Instituto de Engenharia 2018-2021 e atual Membro da Diretoria Executiva com 10 Diretor Secretário; Perito Judicial militante na capital de São Paulo e sua região metropolitana, além de atuar como assistente técnico junto a renomados escritórios de advocacia na região Sul e Sudeste; Diretor da J. Cabral Perícias de Engenharia e Avaliações.

jcmijs@terra.com.br



JOÃO CARLOS GONÇALVES LANZINHA

Professor Auxiliar do Departamento de Engenharia Civil e Arquitetura da Faculdade de Engenharia da Universidade da Beira Interior, Covilhã e membro do C-MADE: Centre of Materials and Building Technologies, Coordenador do LABSED – Laboratório de Saúde na Edificação – UBIMedical. Tem como principais áreas de investigação: Construção, Inspeção e Reabilitação de Edifícios, Patologia da Construção, Eficiência Energética de Edifícios, Habitação e Saúde, Gestão da Construção.

jcgl@ubi.pt



JOSÉ SOBRAL

Professor no Departamento de Engenharia Mecânica do Instituto Superior de Engenharia de Lisboa (ISEL), e Investigador no Centro de Engenharia e Tecnologia Naval e Oceânica (CENTEC). Possui o mestrado em Manutenção Industrial e o doutoramento em Engenharia Mecânica (FEUP). Tem como principais áreas de investigação e interesse: Manutenção e Gestão de Ativos Físicos, Fiabilidade, Disponibilidade, Manutibilidade e Segurança (RAMS) e a aplicação de metodologias de análise de Risco. Participa em vários Projetos de relevo nacionais e publicou várias dezenas de capítulos de livros e artigos em revistas científicas, assim como diversas comunicações em eventos nacionais e internacionais. É atualmente Presidente da Direção da Associação Portuguesa de Manutenção Industrial (APMI).

jsobral@dem.isel.ipl.pt



LUIZ HENRIQUE CEOTTO

Engenheiro Civil pela Universidade de Brasília (UnB), em 1975, pós-graduado em gerenciamento de obras pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, em 1980 e mestre em engenharia de estruturas pela Escola de Engenharia de São Carlos USP em 1985. Executive Certificate in Strategy and Innovation | Management and Leadership | Technology, Operations, and Value Chain – Sloan School of Management – MIT – Massachusetts Institute of Technology, em 2017. Atua como professor convidado da Escola Politécnica da USP e pesquisador coordenador da Embrapii-USP para processos construtivos inovadores, além de ser sócio-gerente da Urbic Inc Ltda. e Consulting Partner da Tecnoeng Consultoria Empresarial Ltda. Foi coordenador do capítulo 3 (pisos residenciais) da Norma de Desempenho – ABNT NBR 15575. É co-autor dos livros “Revestimentos de Argamassas – Boas Práticas em Projeto, Execução e Avaliação” e “Custo sem Susto”, além de membro fundador do Comitê de Tecnologia e Qualidade do Sinduscon/SP.



MARCO ANTONIO GULLO

Engenheiro Civil, Mestre em Tecnologia da Habitação, Especialista Pós-Graduado em Perícias de Engenharia e Avaliações, Pós-graduado em Administração de Empresas; Diretor de cursos do Instituto de Engenharia – IE e ex-coordenador da Câmara Técnica de Perícias em Edificações do IBAPE/SP; Docente em cursos de especialização e pós-graduação do IE e do INBEC; Coautor de diversos livros enfocando Engenharia Diagnóstica; 25 anos de consultoria e fiscalização de obras, assim como assistência técnica judicial envolvendo renomadas empresas de construção; Participação como consultor em importantes veículos de comunicação, entre os quais Folha, Editora Abril, R7, SBT e Rede Globo; Sócio diretor da MG CONSULT.

m.a.gullo@mgconsult.com.br



MARTA CABRAL

Investigadora do Departamento de Engenharia Civil, Arquitectura e Georrecursos do Instituto Superior Técnico, da Universidade de Lisboa, e membro do CERIS – Investigação e Inovação em Engenharia Civil para a Sustentabilidade. Tese de doutoramento no domínio da gestão patrimonial de infraestruturas urbanas de água. Tem como principais áreas de investigação: gestão patrimonial de infraestruturas, avaliação da condição, inspeção, reabilitação, análise de custos no ciclo de vida.

marta.f.cabral@tecnico.ulisboa.pt



NUNO ALMEIDA

Professor Auxiliar no Departamento de Engenharia Civil, Arquitectura e Georrecursos do IST. As suas atividades profissionais e de investigação procuram contribuir para a integração e consolidação das abordagens da gestão de ativos e da gestão do risco nas profissões da Engenharia. Publicou mais de 80 artigos em revistas científicas e congressos internacionais e tem promovido a cooperação interdisciplinar visando a otimização do custo, risco e desempenho no ciclo de vida das infraestruturas e dos edifícios. É membro da International Society of Engineering Asset Management e Presidente da comissão técnica de normalização CT 204 Gestão de Ativos em Portugal.

nunomarquesalmeida@tecnico.ulisboa.pt



PAULO EDUARDO DE QUEIRÓS MATTOSO BARRETO

Engenheiro Eletricista (FEI). Pós-graduado em Eletrotécnica (UNIP). Técnico em Eletrotécnica (ETILG). Experiência nas áreas de ensino, projeto, execução, manutenção, inspeção e perícia em instalações elétricas. Especialista na interpretação e aplicação da norma ABNT NBR 5410. Conselheiro do CREA-SP. Diretor Técnico da ABEE-SP. Vice-Presidente da ABRASIP. Membro do CB-3/ABNT. Coordenador de Divisão Técnica do Instituto de Engenharia. Professor de Pós-graduação (Mackenzie, INBEC, FACENS) – Disciplinas: Excelência e Anomalias Construtivas, Perícias em Eletricidade, Patologia das Instalações Elétricas, Inspeção e certificação de instalações elétricas. “Consultor interpares”. Articulista de várias revistas técnicas. Instrutor dos Cursos de “Projeto de Instalações Elétricas de Baixa Tensão (PBT)” e “Conformidade das Instalações Elétricas de Baixa Tensão – Parte Teórica (CIE-1) e Parte Prática (CIE-2)”. Palestrante. Diretor da Barreto Engenharia. Atua como inspetor de instalações elétricas e detém a autoria da 1ª certificação de conformidade de uma instalação elétrica no Brasil, no âmbito do INMETRO (2001).

<http://www.barreto.eng.br>

paulobarreto@uol.com.br



PAULO SÉRGIO DA SILVA

Eng.º Civil pela Universidade Federal do Paraná (UFPR) em 1987. Atua como Consultor em Patologia de Cerâmicas, Argamassas e Pedras Naturais. Projetista de Revestimentos de Fachadas e de Revestimentos Cerâmicos de pisos e paredes desde 2007. Professor de pós-graduação pelo INBEC/UNIP, na cadeira de Revestimentos Cerâmicos e Pedras Naturais. Palestrante por diversas instituições e in-company para construtoras. Colunista do blog planville2u.

planville@gmail.com



PEDRO LIMA GASPAR

Arquiteto, Professor auxiliar na *Lisbon School of Architecture* da Universidade de Lisboa, membro do CERIS – Investigação e Inovação em Engenharia Civil para a Sustentabilidade. Tem como principais áreas de investigação: durabilidade e sustentabilidade das construções; ciclo de vida, vida útil, obsolescência e adaptabilidade; energia incorporada nas construções. Atividade profissional de projeto, contínua desde 1994, com projetos em Portugal, Madrid e Moçambique e destaque para equipamentos e reabilitação. Atividade crescente no domínio da consultoria de projeto e de arquitetura.

plgaspar@fa.ulisboa.pt



REGINALDO ALEXANDRE DA SILVA

Engenheiro Civil pela Universidade Nove de Julho. Pós-graduado em Engenharia Diagnóstica – Patologia e Perícias na Construção Civil pela UNIP – Universidade Paulista e INBEC – Instituto Brasileiro de Educação Continuada. Participante do Manual do Proprietário, 3ª Edição (2013) e do Manual das Áreas Comuns, 2ª Edição (2013), ambos com apoio do SECOVI/SP – Sindicato da Habitação de São Paulo e SINDUSCON/SP – Sindicato da Indústria da Construção Civil do Estado de São Paulo. Coautor do livro Manual de Engenharia Diagnóstica (2021). Membro voluntário da ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas, no Comitê Técnico CB-002 Construção Civil, com participação na CE 002 140 002 Inspeção Predial e CE 002 140 003 Garantias das Edificações. Trabalha com Assistência Técnica Pós-Obra há 22 anos. Membro voluntário no Grupo de Trabalho Pós-Obra do SINDUSCON/SP desde 2011. Associado do IE - Instituto de Engenharia.

regisalex.silva@gmail.com



RENATO FREUA SAHADE

Eng.º Civil, MSc., Consultor Independente há 29 anos em Patologia de Concreto e Revestimentos Argamassados e Cerâmicos. Professor de pós-graduação pela Universidade Presbiteriana Mackenzie (UPM) na cadeira de Excelências Construtivas e Anomalias. Palestrante por diversas instituições e *in-company* para construtoras. Autor de artigos técnicos junto as revistas *Téchne* da Editora Pini, e *AECWeb*. Co-autor do *Manual de Selantes para Fachadas* elaborado pelo Consórcio Habitare/Caixa (2009). Co-autor do e-book *Novos Patologistas: Um legado de paixão pela boa engenharia* (Ed. Independente, 2020). Co-autor do *Manual de Engenharia Diagnóstica* (Ed. Leud, 2021). Colunista do *ConstruLiga* sobre Patologia das Construções, Engenharia Diagnóstica e Sistemas de Revestimentos (normas e inovações do setor). Membro do Comitê de Avaliadores da Revista Ambiente Construído da ANTAC (Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído). Membro das Comissões de Norma CE-002:109.010 da ABNT/CB-002 – Comissão de Estudo de Placas Cerâmicas: Procedimento e Execução e CE 018:400.004 da ABNT/CB-002 – Comissão de Estudos de Argamassas de Assentamento e Revestimento. Membro do Departamento de Engenharia Diagnóstica do Instituto de Engenharia de São Paulo (IE-SP).
renato@renatosahade.eng.br



SÓNIA RAPOSO

Investigadora Auxiliar do Departamento de Materiais do Laboratório Nacional de Engenharia Civil. Tem como principais áreas de investigação: gestão, qualidade e economia de empreendimentos da construção; manutenção e indicadores de desempenho de manutenção de edifícios; inspeção, diagnóstico de anomalias em edifícios, perícias para entidades judiciais e avaliação de risco da presença de amianto em edifícios.

sraposo@lnec.pt



STELLA MARYS DELLA FLORA

Engenheira Civil pela FAAP, mestre em Engenharia Civil pela Universidade São Judas e pós-graduada em Engenharia Diagnóstica – Patologia e Perícias na Construção Civil pelo INBEC. Especialista em Engenharia Diagnóstica com trabalhos de vistorias, inspeções, auditorias e perícias realizados para as construtoras e incorporadoras tradicionais do mercado brasileiro, além de perita judicial e assistente técnica em processos no judiciário. Professora nos cursos de Engenharia Diagnóstica, Desempenho e Inspeção Predial do INBEC, Instituto de Engenharia e PUC-Rio. Coautora dos livros “Diretrizes Técnicas de Engenharia Diagnóstica em Edificações” (2016), “Engenharia Legal 6” (2019), “Inspeção Predial Total” (3ª edição, 2020) e “Manual de Engenharia Diagnóstica” (1ª edição, 2018 e 2ª edição, 2021). É coordenadora da Divisão Técnica de Engenharia Diagnóstica do Instituto de Engenharia e membro do conselho deliberativo do Instituto de Engenharia, além de sócia e perita no Gabinete de Perícias Gomide.

stella@gabinetegomide.com.br



TITO LÍVIO FERREIRA GOMIDE

Engenheiro Civil, Bacharel em Direito e Perito Criminal, atuando como perito de Engenharia e de Grafoscopia do Gabinete de Perícias Gomide, desde 1979. Além de perito consagrado, é conferencista, professor e autor de diversos livros de Engenharia Legal, Engenharia Diagnóstica, Inspeção Predial e Grafoscopia, com palestras e aulas ministradas em diversas Universidades e Instituições, do Brasil e exterior, tais como a FAAP, Mackenzie, PUC-Rio, USP, Inbec, Creas, Secovi, Sinduscon e Fundec, de Lisboa. Recebeu premiações, por trabalhos técnicos, no Cobreap e Instituto de Engenharia (IE), além de homenagem de honra ao mérito, da PUC-Rio. Foi diretor e presidente do Ibape-SP e coordenador da Divisão Técnica de Patologia das Construções do Instituto de Engenharia. É conselheiro da Fundec, membro da APEJESP, do IE e da Confederation Internationale des Associations D'Experts et de Conseils da ONU.

gpgomide@uol.com.br



VITORINO NEVES

Engenheiro civil, doutorando em engenharia civil e mestrado em reabilitação de edifícios. É membro dos centros de investigação “C-MADE – Centre of Materials and Building Technologies” e “LABSED – Laboratório de Saúde na Edificação”, dedicando-se às seguintes temáticas: patologias construtivas; manutenção e reabilitação de edifícios recentes em regime de condomínio. Desenvolve atividade profissional nas seguintes subáreas: projetos de especialidades de engenharia civil; fiscalização de empreitadas; reabilitação e manutenção de edifícios; inspeção e ensaios; elaboração de relatórios técnicos de patologias; consultoria em empresas administradoras de condomínios. Efetuou investigação, com desenvolvimento de trabalho técnico, para o Instituto Pedro Nunes, em Coimbra, tendo feito parte da comissão científica que elaborou o “Estudo para a minimização do risco de má qualidade nos projetos de reabilitação”, solicitado pela FUNDIESTAMO. Autor de artigos para congressos científicos relacionados com reabilitação, manutenção e sustentabilidade.

vitorino.neves@ubi.pt

PREFÁCIO I

Fiquei muito honrado com o convite para prefaciar esta obra, que reúne diversas abordagens sobre o tema “manutenção predial”, num valioso intercâmbio entre profissionais do Brasil e da pátria-mãe. É um privilégio, não apenas pelo renome das autoras e dos autores, como também por se tratar de um tema de crescente atenção e da maior relevância para o setor da construção civil.

Como se sabe, os edifícios são projetados e construídos para servirem os usuários por longos períodos e, durante a sua vida útil, necessitam que as suas características estejam adequadas para a utilização à qual se destinam. A essência da manutenção predial é garantir a durabilidade com desempenho, mas a atividade não se restringe a isso e tem reflexos nas áreas econômica, social, acadêmica, cultural, técnica e jurídica.

Este livro aborda com amplitude o tema “manutenção predial”, e traz relevantes lições sobre o ciclo de vida útil das edificações, conceitos, tipologias, ferramentas, assistência técnica, manuais, sistemas de gestão de manutenção de edifícios e sobre a importância da análise da manutenção como política pública, não apenas sob a ótica particular dos construtores ou proprietários.

Autoras e autores brasileiros comentam ainda recentes normas técnicas sobre a inspeção da manutenção; a correlação da

manutenção e do desempenho sob a ótica das normas brasileiras; manutenções preditivas e preventivas em instalações elétricas; sistemas de aquecimento, ventilação, ar-condicionado e refrigeração; sobre a aplicação da manutenção em edifícios industriais, centros logísticos, e edifícios de saúde. Autoras e autores portugueses discorrem também sobre a manutenção em superfícies em concreto; instalações elétricas; sobre nova metodologia de avaliação da condição física de ativos verticais (reservatórios e estações elevatórias) que integram os sistemas urbanos de águas; sobre as medidas pós-guerra, especialmente depois da Segunda Guerra Mundial em que a destruição do edificado foi significativa na Europa; sobre a manutenção na gestão de ativos e sobre as vantagens e a necessidade de intensificação do BIM no âmbito da operação e gestão da manutenção de edifícios.

Ao discorrer sobre o aspecto histórico-cultural da manutenção, os autores nos brindam com a lembrança da implantação da arte da azulejaria pelos portugueses no Brasil, de início na cidade de São Luís, capital do Estado do Maranhão – uma das cidades brasileiras mais ricas no século XVIII – e que se espalhou por Belém do Pará, passando por todo o Nordeste, Rio e São Paulo (Sudeste), chegando até Porto Alegre no extremo sul do Brasil, para suscitar o apelo e

necessidade de manutenção dessa atividade, herdada pelos portugueses e espanhóis da cultura árabe, e que marcam as edificações luso-ibéricas desde o início do século 17. A atividade de manutenção, nesse particular, é de fundamental importância para que se possa transmitir às gerações futuras os valores culturais de determinada sociedade. Ainda no aspecto histórico, encontramos referências ao congelamento do valor das rendas dos contratos de arrendamento urbano, que teve origem em Portugal no início do século XX e perdurou até 2006, bem como aos métodos de avaliação do estado de conservação de imóveis para efeito de atualização extraordinária das rendas antigas, com base no estado de conservação dos imóveis locados, em que a manutenção desponta como fator da maior importância.

O conteúdo do livro não se restringe à visão meramente acadêmica, e compreende também aspectos práticos, trazendo soluções de projeto que proporcionam maior facilidade e a agilidade de manutenção e intervenções técnicas, de forma que um edifício tenha menores riscos de paralisar sua operação em caso de ocorrência de falha.

Há também comentários interessantes sobre métodos de avaliação do estado de conservação de edifícios adotados em Portugal e sobre a importância da utilização de um sistema de inspeção e diagnóstico, num edifício, para estabelecer as condições essenciais à determinação das respectivas soluções.

Não deixou de ser observada a degradação do parque edificado e a incipiente cultura de manutenção nos dois países, a reclamar atenção.

Em síntese, este livro destaca com muita competência diversos aspectos que envolvem a manutenção predial, salientando

a necessidade de consciencialização dos diversos agentes da indústria da construção (projetistas, construtores, fornecedores de materiais, equipamentos e serviços e usuários), sobre a importância de ser considerada nas diversas fases de vida dos edifícios, para melhoria do desempenho das construções e para a economia de recursos.

As abordagens e referências internacionais nos fazem refletir sobre a obrigatoriedade de constituição de fundos de reserva específicos para a manutenção predial, pelas associações e condomínios, para a reparação e substituição dos principais componentes das áreas comuns, bem como sobre a obrigatoriedade de realização de obras de conservação em determinada periodicidade. Filio-me ao entendimento, também exposto no livro, de que, em face do seu interesse social, a realização da manutenção predial por parte das associações e condomínios – ou a constituição de fundo de reserva com aplicação específica para essa finalidade – deve ser uma obrigação legal, e este livro é um importante meio para ressaltar esse aspecto.

Cumprimento as autoras e os autores pelos brilhantes estudos a respeito da matéria, bem como os organizadores pela iniciativa de reuni-los.

Carlos Pinto Del Mar (Brasil)

Advogado, professor e escritor, além de membro da CBIC (Câmara Brasileira da Indústria da Construção), do Conselho Consultivo do IBRADIM (Instituto Brasileiro de Direito Imobiliário), do Conselho Jurídico do SINDUSCON-SP (Sindicato da Construção Civil do Estado de São Paulo) do Conselho Jurídico do SECOVI-SP (Sindicato das Empresas de Compra, Venda, Locação ou Administração de Imóveis de São Paulo) e do grupo "Advogados do Setor" da ABRAINC (Associação Brasileira de Incorporadoras Imobiliárias).

PREFÁCIO II

Depois das fases de projeto e construção os edifícios têm uma longa vida onde decorre a sua utilização/rentabilização e onde aparecem os custos de manutenção. Todos os materiais começam a degradar-se, desde o dia da inauguração do edifício, em resultado da ação humana ou ambiental e tal implica custos permanentes de manutenção que aumentam ao longo da vida, e que crescem exponencialmente se não se atuar atempadamente ou com uma manutenção pró-ativa.

A concepção atual dos edifícios apresenta orientações de modo a que logo na fase de projeto se tomem medidas para reduzir os futuros custos de manutenção considerando, entre outros aspetos: um projeto anti-água (detalhando drenagem e impermeabilizações – origem da maioria dos problemas); concepções com flexibilidade (permitindo a fácil substituição dos elementos cuja vida seja relativamente curta); implementação de programas permanentes de inspeção e manutenção (definindo-se em projeto as inspeções periódicas a se realizar e elaborando os manuais de manutenção). O conceito base da concepção atual dos edifícios consiste em

considerar que o primeiro dia do edifício é o dia em que se inicia o seu projeto.

O presente livro surge assim como uma peça fundamental para a orientação das atividades de manutenção a realizar pelos técnicos, permitindo estabelecer as estratégias a desenvolver nas várias componentes dos edifícios de modo a garantir a sua durabilidade e baixos custos de manutenção. Considero assim que os seus autores estão de parabéns em terem ousado abordar a problemática da manutenção dos edifícios com uma visão detalhada e tecnicamente muito bem apresentada.

Fernando Branco (Portugal)

Distinguished Professor Catedrático de Engenharia Civil no IST - Universidade de Lisboa, Ex-Presidente da APEE (Associação Portuguesa de Engenharia de Estruturas), do ECCE (European Council of Civil Engineers), da IABSE (International Association for Bridge and Structural Engineering), autor e co-autor de mais de 500 publicações científicas, consultor de grandes obras públicas como a Ponte de S. João (Portugal), Ponte Internacional do Guadiana (Espanha), Ponte Macau-Taipa (China) e Ponte Vasco da Gama (Portugal).

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	22
CAPÍTULO 1. A MANUTENÇÃO: CONCEITOS E FERRAMENTAS DE APLICAÇÃO	25
<i>INÊS FLORES-COLEN</i>	
CAPÍTULO 2. INSPEÇÃO PARA A MANUTENÇÃO EM EDIFICAÇÃO	43
<i>TITO LÍVIO FERREIRA GOMIDE STELLA MARYS DELLA FLORA</i>	
CAPÍTULO 3. AVALIAÇÃO DAS NECESSIDADES DE MANUTENÇÃO	69
<i>ANTÔNIO VILHENA</i>	
CAPÍTULO 4. O CICLO DE VIDA DAS CONSTRUÇÕES.....	91
<i>PEDRO LIMA GASPAR</i>	
CAPÍTULO 5. SOLUÇÕES DE PROJETO PARA FACILITAR MANUTENÇÕES E INTERVENÇÕES TÉCNICAS EM EDIFÍCIOS	115
<i>LUIZ HENRIQUE CEOTTO</i>	
CAPÍTULO 6. A CORRELAÇÃO DA MANUTENÇÃO E DO DESEMPENHO SOB A ÓTICA DAS NORMAS BRASILEIRAS.....	131
<i>ANTÔNIO GUILHERME MENEZES BRAGA MARCO ANTONIO GULLO JERÔNIMO CABRAL PEREIRA FAGUNDES NETO</i>	
CAPÍTULO 7. A MANUTENÇÃO NA GESTÃO DE ATIVOS	155
<i>DANIEL GASPAR NUNO ALMEIDA JOSÉ SOBRAL DIANA REGUENGA</i>	
CAPÍTULO 8. SISTEMAS DE GESTÃO DA MANUTENÇÃO DE EDIFÍCIOS	175
<i>SÓNIA RAPOSO</i>	

CAPÍTULO 9.	MODELAÇÃO PROBABILÍSTICA NO PLANEAMENTO DA MANUTENÇÃO DE SUPERFÍCIES EM BETÃO À VISTA	193
	<i>CLÁUDIA FERREIRA ANA SILVA</i>	
CAPÍTULO 10.	O APOIO DO BIM NA MANUTENÇÃO	211
	<i>FERNANDA RODRIGUES ANA DINIS ALVES</i>	
CAPÍTULO 11.	A MANUTENÇÃO DE SISTEMAS E EQUIPAMENTOS	223
	<i>INÊS FLORES-COLEN PAULO SÉRGIO DA SILVA RENATO FREUA SAHADE PAULO EDUARDO DE QUEIRÓS MATTOSO BARRETO MARTA CABRAL DÁLIA LOUREIRO DÍDIA COVAS ALEXANDRE MARCELO FONTES LARA</i>	
CAPÍTULO 12.	ASSISTÊNCIA TÉCNICA EM CONSTRUTORAS PARA IMÓVEIS EM GARANTIA	299
	<i>REGINALDO ALEXANDRE DA SILVA</i>	
CAPÍTULO 13.	A IMPORTÂNCIA DA GESTÃO TÉCNICA DOS CONDOMÍNIOS PARA A MANUTENÇÃO DOS EDIFÍCIOS HABITACIONAIS.....	323
	<i>VITORINO NEVES JOÃO CARLOS GONÇALVES LANZINHA</i>	
CAPÍTULO 14.	A PERSPETIVA DOS CUSTOS GLOBAIS E O LCC	349
	<i>INÊS FLORES-COLEN CARLOS OLIVEIRA CRUZ</i>	
CAPÍTULO 15.	A APLICAÇÃO DA MANUTENÇÃO - CASOS DE ESTUDO	359
	<i>DOUGLAS BARRETO ALEX ELIAS CARLINO ALEXANDRA SANTOS ALEXANDRE MARCELO FONTES LARA</i>	
	REFERÊNCIAS	411
	GLOSSÁRIO NÃO EXAUSTIVO	431
	PATROCINADORES.....	436

INTRODUÇÃO

A manutenção de edifícios foi sempre uma atividade fundamental para a segurança, conforto, desempenho, sustentabilidade e durabilidade da construção. No entanto, tal responsabilidade é delegada, por norma, a leigos, síndicos (gestores de condomínios) ou gestores prediais, sem conhecimentos relevantes de Engenharia, essenciais para os devidos cuidados técnicos.

Essa mazela não é exclusividade luso-brasileira, pois os problemas decorrentes da precariedade ou falta de manutenção das edificações ocorrem na maioria dos países, inclusive nos mais avançados da Europa, Ásia e Américas. O recente desabamento do edifício *Champlain Towers South*, ocorrido a 24 de junho de 2021 em Miami (Flórida, EUA), e que provocou a morte de 98 pessoas, é exemplo da seriedade do tema, pois em ambos os países está a aumentar o número de edificações de múltiplos andares, o que aumenta a importância da prática da manutenção na sua plenitude.

As nossas atividades acadêmicas e profissionais geraram um saudável companheirismo em eventos luso-brasileiros sobre Engenharia Diagnóstica em edificações, pelo que a realização deste trabalho conjunto sobre o tema da manutenção surgiu naturalmente e vem colmatar uma carência de documentação técnica e prática em ambos os territórios.

Percebemos que os colegas, quer na academia, quer na construção civil e, também, nas perícias de Engenharia Diagnóstica, têm o interesse em que se produza documentação técnica sobre a manutenção em edificações de forma abrangente e independente, sem vínculos a regulamentos técnicos ou legais pré-estabelecidos. Nasceu, portanto, a ideia e a vontade de publicar este livro, para munirmos os nossos colegas de ferramentas técnicas, em compêndio de estudos avançados, mas independentes e da exclusiva responsabilidade dos autores.

Os autores são os baluartes da matéria em Portugal e no Brasil, tanto na Academia, como na prática laboral, e essa mescla de saberes brindou-nos com estudos avançados magníficos e muito úteis para os interessados no fascinante tema da Manutenção em Edificações.

Os vários capítulos comprovam que a manutenção, sem qualquer dúvida, é uma atividade essencial ao bom funcionamento, segurança e durabilidade das obras de engenharia, sejam civis, mecânicas ou de qualquer área. Na aviação, na indústria, na mecânica e no setor elétrico/eletrônico, a manutenção é uma atividade corriqueira, imprescindível e obrigatória. Quem viajaria numa aeronave sem manutenção?

Porém, no setor das obras públicas e edificações, não há essa consciência da importância estratégica da manutenção, ficando as construções sujeitas a improvisos ou apenas a serviços de limpeza e conservação, devido ao desconhecimento de parte dos gestores e síndicos da necessidade imperiosa dessa atividade que, tal como a medicina preventiva, salva muitas vidas. Os acidentes em obras públicas, como viadutos, estradas, estádios de futebol e outros, bem como na maioria das edificações residenciais e comerciais, são uma constante, basta ficar atento aos noticiários para se comprovar que tais acidentes se tornaram rotina. Mas tal é contraditório, pois as pessoas ficam feridas, às vezes incapacitadas e também existem muitos acidentes letais, tudo devido à falta de manutenção, o que pode ser evitado. Incêndios, desabamentos, recalques, vazamentos e tantas outras mazelas que causam mortes, em geral, podem ser decorrentes da falta de manutenção. E a economia pública gerada pela boa manutenção é algo que interessa às nações, pois a maior longevidade, a redução de acidentes e a menor atuação de bombeiros, policiais e profissionais da defesa civil.

Como evitar acidentes por falta de manutenção? A solução é simples, tornando essa atividade uma obrigatoriedade legal em todos os elementos das construções. Deverão existir leis que obriguem os gestores e síndicos a providenciar a manutenção adequada das obras de engenharia e das edificações, sugestão esta contemplada neste livro.

Coordenar este projeto, em tempos de pandemia, foi tarefa árdua, pois foi necessário transmitir entusiasmo a todos os autores

e demais envolvidos; muito tempo foi dedicado ao projeto numa fase em que todos estivemos muito ocupados e preocupados, além dos redobrados cuidados de saúde. Mas o resultado obtido compensou o esforço de todos: temos a certeza que este livro será um marco referencial da aceleração dos estudos, e a plena implementação da manutenção nas nossas edificações gerará segurança, poupando vidas e trazendo economia ao património edificado dos nossos países.

Por fim, destacamos que este projeto teve o apoio do IE (Instituto de Engenharia do Brasil), da Fundec (Associação para a Formação e o Desenvolvimento em Engenharia Civil e Arquitetura de Portugal), da APMI (Associação Portuguesa de Manutenção Industrial), da APFM (Associação Portuguesa de *Facility Management*), do GECORPA (Grémio do Património), do LNEC (Laboratório Nacional de Engenharia Civil de Portugal) e da PTPC (Plataforma Tecnológica Portuguesa da Construção e Cluster Arquitetura, Engenharia e Construção), além da Editora LEUD que, através do Luiz Antonio Martins, sempre nos apoiou e nos incentivou. Também contamos com os patrocinadores (Eztec Empreendimentos e Participações S.A, Gabinete de Perícias Gomide e Instituto Brasileiro de Educação Continuada - INBEC), que aumentaram a visibilidade deste projeto.

Esperamos que este livro possa contribuir e inaugurar uma grande trajetória de estudos de Manutenção em Edificações no futuro, e que seja do agrado dos leitores.

COORDENADORES

Inês Flores-Colen

Tito Lívio Ferreira Gomide

Stella Marys Della Flora

A MANUTENÇÃO: CONCEITOS E FERRAMENTAS DE APLICAÇÃO

INÊS FLORES-COLEN

1.1 A ABORDAGEM À MANUTENÇÃO

As intervenções que ocorrem durante a vida útil melhoram os níveis de desempenho consoante o tipo de trabalhos envolvidos. Na literatura, aparecem vários termos (reabilitação, manutenção, reparação, restauro,

renovação, entre outros) que importa distinguir em cada análise a efetuar. Vários autores discutem os diversos conceitos aplicados à melhoria (*upgrading*) das construções existentes, que se encontram estreitamente interligados conforme a Figura 1 [1, 2].

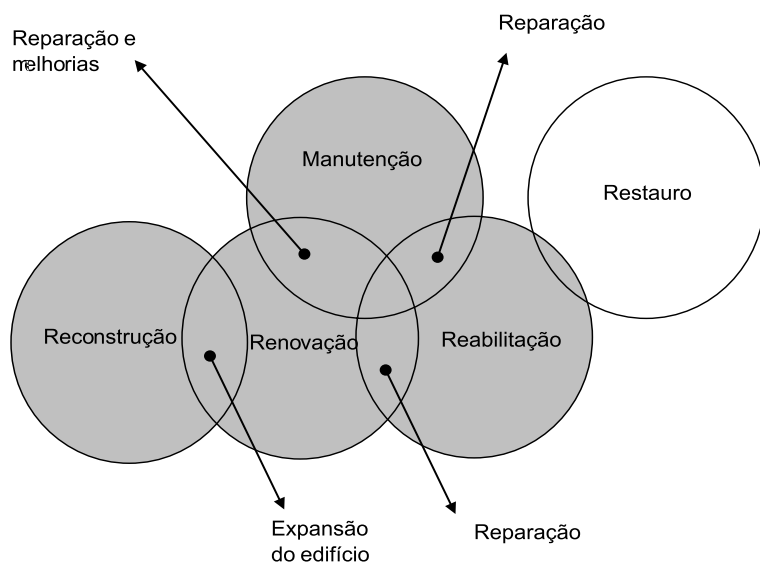


Figura 1 - Terminologia utilizada no contexto da manutenção e reabilitação [1].

As intervenções mais ligeiras incluem as ações correntes de manutenção (*maintenance*) e reparações (*repair*) ocasionais, tendo em vista adequados níveis de desempenho. Se o estado de degradação aumentar significativamente serão necessárias intervenções mais profundas, que prolongam o ciclo de vida do edifício/elemento. Neste caso, é mais apropriada a utilização dos seguintes termos, por ordem crescente do grau de intervenção:

- Reabilitação (*rehabilitation*) – melhorias sem grandes alterações às características originais, podendo incluir algumas ações (embora limitadas) de remodelação e modificação ao nível dos elementos do edifício;
- Renovação (*renovation*) – termo mais adequado para incluir os trabalhos de reabilitação em que existe um significativo grau de modernização ao nível dos elementos do edifício (por exemplo: aplicação/execução de elementos que não existiam inicialmente no edifício); os trabalhos de renovação poderão incluir a substituição de um grande número de elementos do edifício ou o acrescento de outros;
- Reconstrução (*reconstruction*) – o caso mais extremo de intervenção, que pode incluir a demolição (quase completa) ou não, e a reconstrução do edifício e/ou da maioria dos seus elementos.

Estes autores referem ainda que a utilização dos termos de conservação (*conservation*) do existente e restauro (*restoration*) das partes degradadas são mais adequados para construções monumentais e históricas.

As pequenas intervenções que têm em vista garantir um adequado desempenho

em serviço de edifícios correntes (sem caráter histórico ou de monumentalidade) e dos seus elementos durante o tempo de vida útil, encontram-se incluídas na manutenção.

Neste sentido, é adotado o conceito de manutenção definido na ISO 15686-1 [3] e EN 13306 [4]: a combinação de todas as ações técnicas e administrativas de modo a que o edifício e seus elementos desempenhem, durante a vida útil, as funções para as quais foram concebidos.

Outro aspeto que interessa referir é a diferenciação entre a manutenção de edifícios e a manutenção industrial. Autores [5] referem que “a manutenção industrial, historicamente mais avançada, engloba os conceitos em geral ancorados na noção de custo de produto *versus* fiabilidade do equipamento, enquanto a manutenção de edifícios é mais ampla, radicando na satisfação de exigências funcionais do próprio edifício”. O *Facility Management* e a gestão de ativos têm vindo a aproximar os vários sistemas, elementos e a manutenção global e integrada aplicada aos vários componentes em edifícios e infraestruturas.

Em Portugal ainda é utilizado o termo de “conservação” [6, 7], como “uma operação periódica destinada a conferir a edifícios não degradados uma qualidade equivalente à que tinham inicialmente. Outros termos integrados na reabilitação (beneficiação, recuperação) são também usados, com as seguintes definições: beneficiação como sendo “a operação que confere aos edifícios não degradados uma qualidade superior à que tinham aquando da sua construção” e recuperação como sendo “a operação sobre edifícios degradados devida à não realização de obras de conservação com a periodicidade devida”.

INSPEÇÃO PARA A MANUTENÇÃO EM EDIFICAÇÃO



TITO LÍVIO FERREIRA GOMIDE

STELLA MARYS DELLA FLORA

A inspeção para a manutenção requer uma série de procedimentos visando se planejar, gerir e operar a manutenção da edificação. A elaboração do plano de manutenção, ou mesmo a boa operação e gestão da edificação exigem, previamente, análises da documentação técnica, visando se conhecer seu projeto, especificações e anamnese dos registros de procedimentos operacionais, técnicos e de funcionamento. Posteriormente, deve-se vistoriar as condições técnicas e de uso da edificação, como recomendado nos procedimentos usuais de qualquer inspeção técnica. Nesse sentido, deve-se registrar que a inspeção técnica é ferramenta de investigação no âmbito da Engenharia Diagnóstica, com ações bem similares à Medicina Diagnóstica, como já exposto na publicação Manual de Engenharia Diagnóstica [1], de autoria dos infra-assinados, consoante segue:

Na sua origem brasileira, em 2005, a Engenharia Diagnóstica (ED) foi conceituada como a arte de criar ações proativas, por

meio dos diagnósticos, prognósticos e prescrições técnicas, visando a Qualidade Total. Mais adiante, em 2011, o conceito tratava a ED como sendo a arte de distinguir anomalias por meio de procedimentos técnicos. Em 2013, o conceito voltou-se para a investigação de manifestações patológicas prediais (construção, manutenção e uso), visando aprimorar a qualidade ou determinar responsabilidades. Todos esses conceitos abordam visões técnicas voltadas para os diagnósticos que indicam caminhos para ações corretivas, cada qual adaptado a seu tempo, na sua realidade.

Atualmente, com as vigências de novas normas de desempenho e manutenção da ABNT, há maior abrangência da ED nas construções em geral, nas edificações, e novas necessidades de diagnósticos para o desempenho, além das tradicionais manifestações patológicas. E, devido à própria evolução natural da disciplina, novos enfoques se apresentam, desta feita com destaque à principal atividade da ciência que é a investigação. Numa visão simplista pode-se entender que a Engenharia Diagnóstica é a disciplina da determinação das manifestações patológicas e nível

desempenho da construção ou, numa visão mais abrangente:

Engenharia Diagnóstica é a disciplina das investigações técnicas (tetra IN) para determinar os diagnósticos de manifestações patológicas e níveis de desempenho das construções, visando aprimorar Qualidade ou apurar Responsabilidades.

Portanto, são três os destaques desse conceito:

- (i) a investigação técnica;
- (ii) os diagnósticos das manifestações patológicas e desempenho; e
- (iii) a finalidade de qualidade ou apuração de responsabilidade.

(i) *Investigação técnica é a novidade desse conceito. É o foco principal da disciplina, mesmo que não haja diagnóstico no caso em estudo, como ocorre nas vistorias, que visam tão somente constatações. Já nas inspeções e auditorias alguns diagnósticos se apresentam. Mas é nas perícias, evidentemente, que os diagnósticos se revelam por completo, com as determinações das origens, causas e mecanismos de ação do objeto de estudo. E deve-se incluir os ensaios tecnológicos, também, como ferramentas auxiliares do tetra "IN".*

O processo diagnóstico desse conceito pode ser ilustrado pelo tetra "IN", conforme a Figura 11.

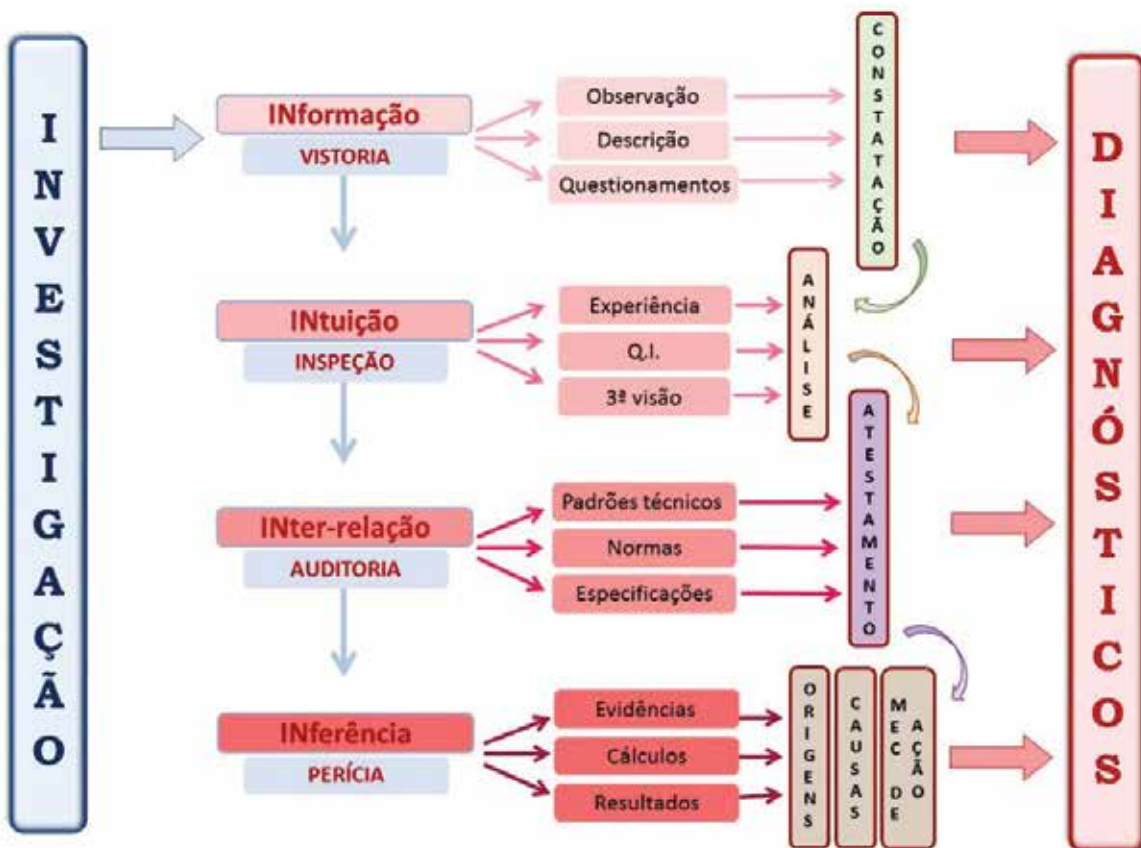


Figura 11 - Processo diagnóstico tetra IN

AVALIAÇÃO DAS NECESSIDADES DE MANUTENÇÃO

ANTÓNIO VILHENA

3.1 ENQUADRAMENTO

A Manutenção (de edifícios) pode ser definida como a

“[...] combinação de todas as ações técnicas e administrativas associadas para manter o edifício, ou os seus componentes, durante a vida útil definida, numa condição que lhe permita desempenhar as funções para as quais foi concebido” (ISO/TR 15686-11:2014) [1].

Da definição apresentada pode inferir-se que a atividade de manutenção tem um

impacto direto na funcionalidade e na qualidade de utilização dos edifícios, quer em termos de segurança quer em termos de uso e conforto dos espaços por parte dos utilizadores, pelo que deve ser prevista desde a fase de conceção dos edifícios.

Este último aspeto é particularmente importante pois mesmo em parque edificados relativamente recentes, como o português [2], é possível encontrar uma taxa importante de edifícios a necessitar de intervenções de reparação ou de reabilitação ou mesmo em estado de obsolescência (Figura 21).

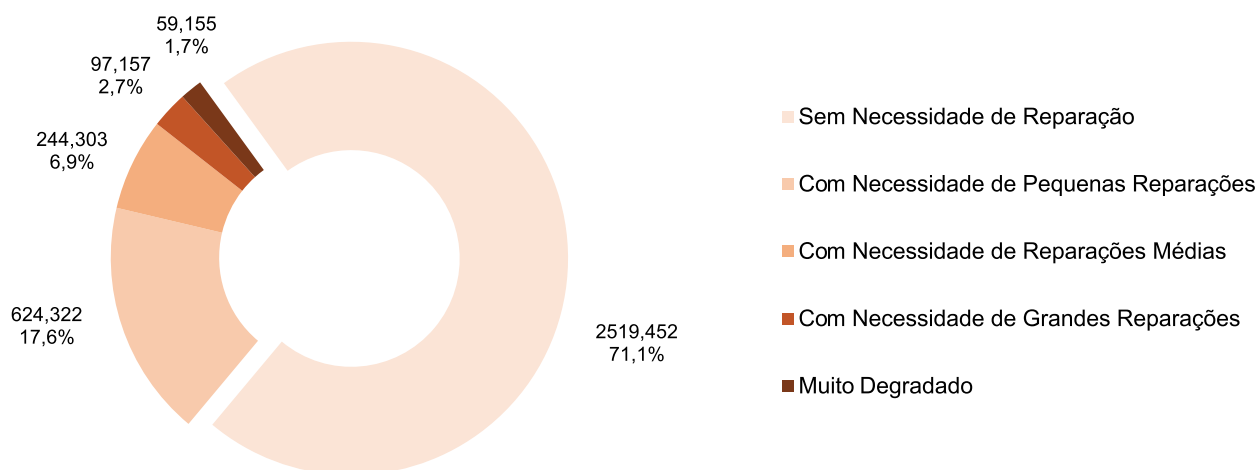


Figura 21 – Edifícios a necessitar de intervenção [2].

Para além dos erros de conceção e de construção ou das ações ambientais, poderão ainda considerar-se como causas inerentes à degradação dos edifícios o envelhecimento, a má utilização, o vandalismo ou a realização de intervenções incorretas, assim como a falta de manutenção e de reabilitação atempadas, estas últimas muitas vezes devido à descapitalização dos proprietários ou ao desconhecimento do dever de conservação do património.

As ações de manutenção dos edifícios, por mais simples que sejam (Figura 22), são essenciais para evitar ou circunscrever a ocorrência de anomalias, de modo a que os fenómenos de degradação, uma vez iniciados, não progridam livremente originando, por vezes, situações de degradação acelerada e de difícil reversibilidade, podendo conduzir mesmo à obsolescência ou ruína dos elementos construtivos ou do edificado.

A atividade de manutenção é, porém, considerada muitas vezes pelos gestores e pelos utilizadores como uma tarefa secundária e consumidora de recursos humanos e financeiros elevados. A este aspeto, associa-se o facto de muitas vezes os utentes não

estarem cientes do tipo de utilização, nem dos trabalhos ou operações de manutenção a realizar durante a vida útil. Assim, o diferimento no tempo das ações de manutenção e a redução das verbas que lhes são alocadas é frequente.



Figura 22 – Colmatação de fendas.

Esta forma de ação conduz maioritariamente a intervenções reativas (Figura 23), de emergência ou corretivas, em resposta a falhas iminentes de elementos construtivos ou a situações de insalubridade que podem impedir a utilização dos espaços interiores.

O CICLO DE VIDA DAS CONSTRUÇÕES

PEDRO LIMA GASPAR

Apesar de serem geralmente considerados bens de grande longevidade, os edifícios nascem, maturam, envelhecem e morrem, tal como os seres vivos. Este ciclo de vida passa-nos geralmente despercebido uma vez que os arcos de vida dos edifícios podem estender-se por muitas décadas, mais do que as de uma vida humana. De facto, apesar de muitas das análises relativas à construção considerarem períodos de 50 anos, são inúmeros os exemplos de edifícios ainda em uso com centenas anos, existindo mesmo exemplos de construções com milhares de anos ainda em uso: como o Panteão em Roma (há cerca de 1900 anos em uso) ou a Arena de Verona (desde o ano 30 até à atualidade).

O processo de envelhecimento das edificações corresponde a uma contínua perda de desempenho, decorrente quer de ações de degradação quer da alteração das expectativas dos utilizadores em relação à construção, quer, por fim, da alteração das condições do contexto onde o edifício se insere. Este trio corresponde a dimensões associadas à vida

útil física, funcional e económica do edificado, às quais se fará referência ao longo do presente capítulo.

4.1 A DIMENSÃO DO TEMPO E A SUSTENTABILIDADE DAS CONSTRUÇÕES

A perda de desempenho ocorre logo a partir do momento da construção. Do ponto de vista físico, os materiais, elementos, componentes e sistemas iniciam um processo contínuo de degradação, lento e quase impercetível no início, mas que se acelera ao longo do tempo, durante a fase de uso. Para tal, contribuem i) mecanismos ou ações de degradação associados ao ambiente exterior (fatores de clima, microclima, poluição, proximidade do mar, entre outros); e ii) as condições do ambiente interior (humidade, temperatura, tipo e natureza do uso, entre outros). Estas condições afetam mais ou menos as construções em função i) do tipo e

qualidade dos materiais, elementos, componentes e sistemas; ii) do grau de qualidade do projecto, incluindo aspectos como a proteção e escoamento de água, possibilidade de manutenção e substituição de elementos, entre outros e iii) do tipo e frequência da manutenção.

Ao longo deste processo, existem impactos importantes quer ambientais, quer económicos e sociais – categorias que, em conjunto se constituem como os pilares da sustentabilidade das sociedades atuais. Considere-se, por exemplo, o fator custo: ao longo do ciclo de vida são necessários contínuos valores de investimento em manutenção e gestão corrente, na reparação e substituição de componentes e sistemas, e na remodelação, reabilitação ou alteração do edifício original. O somatório de todos estes investimentos tem um tal peso económico que mesmo uma pequena redução de recursos se traduz numa imensa poupança geral, com expressão direta na economia e no ambiente.

Do ponto de vista ambiental, se entendermos as construções como o resultado de uma conjugação de matéria e energia – matéria-prima extraída da natureza e sujeita a processos de transformação através da incorporação de energia, nos quais são libertados gases de efeito de estufa – facilmente se aceita que, quanto maior for a durabilidade do edifício no tempo, menores (ou mais diluídos) serão os impactos ambientais. Compara-se, por exemplo, um edifício com 200 anos (que tenha servido de convento e depois se transforme em hospital ou hotel) com outro que tenha de ser demolido ao fim de 30 anos para ser substituído, com tudo o que representa esse processo em termos de matéria e energia desperdiçada ou gasta de novo. Neste exemplo, existem igualmente fatores de flexibilidade das construções que permitem que estas possam ser reaproveitadas com novos usos,

com maior ou menor facilidade, favorecendo operações de reabilitação, conservadoras da matéria e energia já incorporadas na construção, quantas vezes com impactos favoráveis do ponto de vista social e da manutenção da imagem das cidades.

Finalmente, considere-se o impacto ambiental, económico e social associados às operações no final de vida de um edifício, mais ou menos elevado em função das possibilidades de desconstrução, reaproveitamento parcial de elementos, reciclagem (numa lógica de economia circular com cada vez mais peso nos processos de decisão) ou – tudo o resto falhando – por via da sua demolição total ou parcial que implicam o envio de enormes quantidades de matéria para vazadouros, sob a forma de resíduos da construção [1].

Verifica-se, pois, que a variável tempo é hoje uma dimensão indispensável das construções, necessária a qualquer análise de impacto ambiental ou económico, em ferramentas e metodologias tão distintas como a *Life Cycle Analysis* [2] ou a medição do balanço energético global de uma construção (incluindo as fases de extração de matéria-prima, construção e operação [3]). Felizmente, são cada vez mais os intervenientes no processo de decisão e de gestão da vida dos edifícios que incorporam o ‘tempo’ (e a evolução das construções no tempo) como um dado a considerar em todas as fases da vida de um empreendimento. Torna-se assim possível considerar os edifícios num espectro temporal mais alargado, indispensável no atual contexto de escassez de fontes de energia limpas, alterações climáticas e de destruição de ecossistemas, com uma crescente aceleração de fenómenos meteorológicos extremos, situações que previsivelmente se vão manter ou acentuar nas próximas décadas.

SOLUÇÕES DE PROJETO PARA FACILITAR MANUTENÇÕES E INTERVENÇÕES TÉCNICAS EM EDIFÍCIOS



LUIZ HENRIQUE CEOTTO

Quando se trata da manutenção de edifícios é normal dar ênfase na gestão dos processos preventivos e corretivos dos diversos sistemas do edifício. O presente capítulo discutirá um assunto não menos importante, mas as vezes esquecido, que são as soluções de projeto que proporcionam maior facilidade e a agilidade de manutenção de forma que um edifício tenha menores riscos de paralisar sua operação em caso de ocorrência de falha.

O processo de falha pode acontecer por diversos motivos, desde a parada de um equipamento por defeito, alagamentos ou por fenômenos naturais de grande intensidade que ultrapassem a capacidade de resposta do edifício a aquele fenômeno.

Para a redução dos riscos de operação em caso de falhas, o projeto deve ter como princípio:

- Identificar a existência do problema no menor tempo possível, de forma que equipes de manutenção possam ser acionadas rapidamente;

- Limitar a extensão dos danos, proteger sistemas sensíveis, evitar que a operação do edifício seja paralisada ou sua habitabilidade seriamente comprometida;
- Proporcionar condições de acesso para que a manutenção seja feita em condições de segurança e no menor tempo possível;
- Dar condições de acesso para a eventual retirada e troca de equipamentos sem a necessidade de demolições ou paralização de outros sistemas;
- Algum nível de redundância de capacidade e flexibilidade nos sistemas para manter o edifício em funcionamento durante o tempo necessário à manutenção;
- Proteger o edifício e mantê-lo em funcionamento em casos de eventos externos intensos, ligados principalmente a falhas no funcionamento dos sistemas públicos das cidades.

A importância de dotar o projeto com essas capacidades é particularmente significativa para edifícios que abriguem atividades que precisem ser mantidas em funcionamento ininterrupto, edifícios mais altos, hospitais, imóveis de suporte à saúde ou com moradores de difícil mobilidade etc. Também em cidades com significativas incidências de falhas nos sistemas públicos, por deficiência de infraestrutura ou por ação de eventos climáticos severos.

São diversas soluções simples de projeto que podem ser utilizadas e dependem dos tipos de problemas que podem ocorrer bem como da localização e tipo de atividade do edifício. Para facilitar a explanação das soluções é mais fácil classificá-los pelas ocorrências mais frequentes.

Principais problemas nos edifícios: problemas associados à água em vazamentos internos e externos

As ocorrências com água são de longe as mais comuns e representam a maior causa de problemas que os edifícios têm que enfrentar durante sua vida útil, principalmente em regiões tropicais. Infiltrações, alagamentos por vazamentos internos, transbordamentos e entrada de água por alagamento das redes públicas de drenagem, calhas de ruas etc., são os eventos que tem impactado bastante os edifícios. Essas ocorrências podem se originar dentro dos edifícios por falhas nos sistemas hidráulicos ou por ocorrência externas como tempestades, inundações ou até mesmo falhas no fornecimento de água. Os vazamentos e inundações acabam por atingir a rede elétrica causando curto-circuito, comprometendo principalmente sistemas de alimentação e distribuição de energia como *bus-way*, elevadores e iluminação. Também são afetados acabamentos de pisos

e forros, os quais tem impacto significativo quando esses alagamentos atingem escadas de segurança, garagens e o *lobby* dos edifícios. Mas são as panes elétricas, consequentes desses vazamentos, a maior causa de paralisação do funcionamento dos edifícios.

5.1 VAZAMENTOS NOS SISTEMAS HIDRÁULICOS NO INTERIOR DOS EDIFÍCIOS

São diversos os pontos de possíveis vazamentos nos sistemas hidráulicos no interior dos edifícios. Os mais comuns acontecem em banheiros, em ligações de pias e bacias sanitárias, vazamentos em conexões de prumadas hidráulicas (*shafts*), vazamentos em válvulas redutoras de pressão, em sistemas de ar-condicionado e em sistemas de combate a incêndio, principalmente em acidentes por quebra do chuveiro de *sprinkler*. As soluções de projeto para evitar que esses problemas se tornem críticos e para serem rapidamente alertados são muito simples e de custos muito baixos.

5.1.1 Vazamentos em banheiros e vestiários

Embora possa ocorrer em qualquer tipo de banheiro, é particularmente relevante em banheiros e vestiários coletivos em edifícios comerciais, corporativos, hospitais e em áreas comuns de edifícios residenciais. Devido a possuírem áreas molháveis maiores é relativamente comum que esses pisos tenham pouca inclinação e ralos concebidos para drenar somente águas de lavagem e limpeza. Raramente são dimensionados para conter eventuais vazamentos que, em função da pressão, podem ter vazões grandes. Uma vez que os ralos não tenham capacidade de

A CORRELAÇÃO DA MANUTENÇÃO E DO DESEMPENHO SOB A ÓTICA DAS NORMAS BRASILEIRAS



6.1 ABNT NBR 14037 DIRETRIZES PARA ELABORAÇÃO DE MANUAIS DE USO, OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO

ANTÔNIO GUILHERME MENEZES BRAGA

O pensamento que vingava antes da elaboração e vigência da “ABNT NBR 14037 – Diretrizes para elaboração de manuais de uso, operação e manutenção das edificações – Requisitos para elaboração e apresentação de conteúdos”, era que o processo de construção de uma edificação somente possuía duas etapas: o projeto e a execução da obra em canteiro [1].

Entretanto, após sua execução, a edificação é colocada em serviço pelos usuários para o fim a qual se destina. Porém, com o uso e operação, vem a necessidade de manutenções como forma de assegurar a durabilidade e preservação do bom estado de conservação da edificação.

Assim, nasceram os manuais de uso, operação e manutenção das edificações, documentos exigidos, seja qual for a tipologia da obra de construção civil a serem obrigatoriamente disponibilizados pelos construtores e/ou incorporadores aos primeiros proprietários ou síndicos (quando condomínio).

A norma “ABNT NBR 14037:2011” relaciona no seu “Anexo A”, os principais documentos técnicos e legais do condomínio, alguns deles a serem entregues pelo construtor e/ou incorporador, e os demais a serem providenciados pelo condomínio [1]. Na relação, é possível delimitar as incumbências de cada interveniente no processo, seja de fornecimento inicial, seja pela renovação ou até pela periodicidade da renovação.

6.1.1 Entrega de Obra e Transferência de Propriedade (Edifício)

Em primeiro lugar, é preciso ter clareza sobre quem é considerado construtor e incorporador. O construtor é o agente que assume

contratualmente perante o incorporador o compromisso de executar com recursos humanos e materiais, próprios ou de terceiros, as obras objeto do projeto e do contrato.

Por outro lado, o incorporador é a figura do empreendedor, que articula o negócio imobiliário identificando as oportunidades, executando estudos de viabilidade, entre outros. É quem formaliza o registro imobiliário do condomínio na matrícula mãe (matrícula do terreno).

Na construção de um edifício, além das responsabilidades legais, são obrigações do construtor:

- Executar a obra conforme o projeto, a legislação aplicável e as especificações técnicas gerais, de forma a atingir a qualidade exigida no produto final;
- Nomear, se for o caso, profissional que assumirá a representação técnica da construtora na obra e que, pela sua qualificação ou experiência, deverá ter uma formação adequada de acordo com as características e complexidade da obra;
- Contratar os recursos humanos e materiais que a obra requer;
- Formalizar a subcontratação de certas partes ou instalações da obra dentro dos limites estabelecidos em contrato;
- Atestar o início e o ato de recepção da obra;
- Atestar as garantias prestadas para danos materiais causados por defeitos de construção.

Assim, as obrigações relacionadas a construção restam vinculadas a obrigação de finalização da obra, entregando-a pronta e acabada, restando a possibilidade de

questionamento ao construtor e ao incorporador, no caso de descumprimento de qualquer das cláusulas e obrigações avençadas.

Dentre as obrigações, importante destacar a obtenção da “Carta de Habitação” ou “Habite-se” documento que segundo a municipalidade, confirma que a construção está finalizada e atende aos parâmetros exigidos.

Após esta etapa, o incorporador deve finalmente providenciar a averbação da construção na matrícula do imóvel, possibilitando a individualização da propriedade da unidade autônoma.

6.1.2 Manual do Proprietário

O Manual do Proprietário é um documento obrigatório no Brasil e exigido pela “ABNT NBR 14037:2011”, no qual a Construtora e/ou Incorporadora possuem a responsabilidade de fornecê-lo ao proprietário do imóvel [1].

Referido material deve ser desenvolvido considerando as normas e leis exigidas. Ele contém todas as informações necessárias da área privativa do imóvel, ou da área comum (quando for o caso) incluindo as especificações de acabamentos, como esquadrias, metais, sistema construtivo, pontos hidráulicos e elétricos, prazos de garantia e manutenções preventivas necessárias. Também deve incluir a descrições dos fornecedores, a especificação dos produtos aplicados e a disponibilização dos projetos de toda natureza, tal qual o “como construído” (*as built*).

O Manual do Proprietário visa fornecer não apenas métodos para estabelecer quando e de que forma manter os sistemas, mas também para colocar o proprietário na condição de poder prever e ser capaz de estabelecer o nível de confiabilidade dos sistemas construtivos do seu imóvel, definindo os processos de manutenção mais adequados,

A MANUTENÇÃO NA GESTÃO DE ATIVOS



DANIEL GASPAR

NUNO ALMEIDA

JOSÉ SOBRAL

DIANA REGUENGA

7.1 DEFINIÇÃO E ENQUADRAMENTO DA MANUTENÇÃO

A definição de manutenção tem sido, ao longo do tempo, sujeita a constantes alterações consoante o contexto técnico e organizacional e os autores que a definem. Na Europa, desde 2005 que se publicou uma referência comum desta definição e de outros conceito na área da manutenção – a norma EN 13306:2017 – *Maintenance – Maintenance Terminology*. Esta norma define a manutenção “como a combinação de todas as ações técnicas, administrativas e de gestão, durante um ciclo de vida de um bem, destinadas a mantê-lo ou a repô-lo num estado em que possa desempenhar a função requerida” [1].

A mesma norma também definiu o conceito de gestão de manutenção como “todas as atividades de gestão que determinam os objetivos, estratégias e responsabilidades da manutenção e a sua implementação por diversos meios, tais como o planeamento da manutenção, controlo da manutenção e a

melhoria das atividades e dos aspetos económicos da manutenção” [1].

O segmento de manutenção apresentou uma evolução significativa ao longo dos últimos 70 anos [2]. A manutenção passou por 3 gerações a partir dos anos 30, tendo a primeira geração acontecido antes da 2ª guerra mundial, numa época em que a indústria era pouco mecanizada, com equipamentos simples e superdimensionados. A produtividade não era prioritária, com o foco voltado para a manutenção corretiva.

A segunda geração acontece a partir da 2ª guerra mundial até aos anos 60, ocorrendo uma pressão por parte da produção, com pouca disponibilidade de mão-de-obra para a indústria. Com a forte mecanização e a maior complexidade das instalações industriais, exigiu-se disponibilidade e confiabilidade das máquinas para a produção (evitar falhas) e, por conseguinte, surgiu a manutenção preventiva, com intervenções programadas em intervalos pré-definidos. Com isto, os custos de manutenção e a necessidade de

investimentos em peças de reposição passaram a destacar-se, forçando as empresas a melhorar as suas programações, criando-se os Sistemas de Planeamento e Controlo de Manutenção (PCM).

A partir da década de 70, configura-se a terceira geração e as paragens na produção começaram a ter repercussões, diminuindo a produtividade e afetando o custo dos produtos. A aplicação de manutenção preventiva sistemática, com paragens das máquinas para revisão, nem sempre se adaptava ao processo industrial. Assim, começava a surgir a “Manutenção sob Condição” ou Manutenção Preditiva. Iniciou-se a interação entre as fases projeto, fabricação, instalação e manutenção de equipamentos com a disponibilidade exigida pelo processo industrial.

No início dos anos 80, com a aceleração disseminação dos microcomputadores, começaram-se a desenvolver os próprios programas automatizados para a gestão da manutenção. Desta forma, foram excluídas as desvantagens relacionadas com a “dependência de disponibilidade do *main frame* corporativo para atender às necessidades de processamento de dados e informações”. Em

certas empresas, o PCM passou a ser um “órgão de assistência à própria supervisão geral de produção”, por se tratar de uma atividade de elevada importância [3].

A Manutenção passou a ser reconhecida pela sua contribuição ao nível estratégico para os negócios. Através da redução do tempo de paragem dos ativos, conseguida a partir dos reparos em ritmo expedito das ocorrências, apresentando um aumento da disponibilidade e produtividade, e do cuidado com a precisão das intervenções, existiu a possibilidade de os produtos finais atenderem a critérios e padrões pré-estabelecidos, e por conseguinte, existiu uma melhoria da fiabilidade, dando origem à quarta geração [3].

A Tabela 17 sintetiza o referencial histórico da Manutenção. Segundo Moubrey [4], “o crescimento das expectativas relativas à função provocou uma correspondente evolução nas suas técnicas, políticas e procedimentos, favorecendo a criação de um cenário propício ao surgimento de exigências ainda maiores”.

Tabela 17 – Gerações de desenvolvimento e valorização da manutenção.

Geração	Filosofias predominantes	Acontecimentos
1ª Geração (até 1940 - 1950)	Corretiva	<ul style="list-style-type: none"> • Conserto após avaria.
2ª Geração (1950 - 1980)	Preventiva	<ul style="list-style-type: none"> • Revisões gerais programadas; • Sistema de planeamento e controlo do trabalho; • Computadores grandes e lentos.
3ª Geração (1980 - 2000)	Preditiva TPM MCC (RCM)	<ul style="list-style-type: none"> • Monitorização das condições; • Projeto que visa a fiabilidade e facilidade de manutenção; • Computadores pequenos e rápidos; • Sistemas especialistas; • Versatilidade e trabalho em equipa; • Modos de falha e análise dos efeitos.
4ª Geração (2000 - Presente)	Pró-Ativa <i>Asset Management</i> (Gestão de Ativos Físicos)	<ul style="list-style-type: none"> • Tecnologia avançada; • Processamento contínuo; • Sistemas interconectados; • Investimentos otimizados; • Produtos inteligentes.

Fonte: Adaptado de MOUBRAY [4].

SISTEMAS DE GESTÃO DA MANUTENÇÃO DE EDIFÍCIOS

SÓNIA RAPOSO

A gestão da manutenção compreende todas as atividades da gestão que determinam os objetivos, a estratégia e as responsabilidades respeitantes à manutenção, e que os implementam por meios tais como o planeamento, o controlo e supervisão da manutenção e a melhoria de métodos na organização, incluindo os aspetos económicos. As entidades gestoras de parques edificados (EGPE) devem estabelecer a política e a estratégia de manutenção e definir processos, atividades e recursos que permitam cumprir os objetivos e as expectativas dos utentes e a qualidade do serviço de manutenção prestado, ou seja, definir o Sistema de Gestão da Manutenção de Edifícios – SGME.

A norma Portuguesa “*Sistemas de gestão da manutenção. Requisitos*” (NP 4483) apresenta um conjunto de requisitos necessários à implementação de um sistema de gestão da manutenção (SGM) por uma organização, com o objetivo de proporcionar, de forma consistente, eficaz e eficiente, um serviço que vá ao encontro dos requisitos do cliente e das

exigências legais e regulamentares aplicáveis e procurando a melhoria contínua [1].

O SGM definido pela norma, segue a abordagem do ciclo de *Deming (Plan-Do-Check-Act)*, sendo que a sua estrutura se encontra alinhada com a estrutura das normas dos sistemas de gestão da qualidade, ambiente e segurança [2]. Na Figura 63 encontra-se representado o modelo de SGM definido pela NP 4483 [1], encontrando-se a ele associadas as boas práticas gerais de gestão, nomeadamente:

- Abordagem por processos: um resultado pretendido é atingido de forma mais eficiente quando as atividades e os recursos são geridos como um processo;
- Abordagem da gestão como um sistema: identificar, compreender e gerir processos interrelacionados como um sistema, contribui para que a organização atinja os seus objetivos com eficácia e eficiência;

- Melhoria contínua: convém que a melhoria contínua do desempenho global de uma organização seja o objetivo permanente dessa organização;
- Abordagem à tomada de decisões baseada em fatos: as decisões eficazes são baseadas na análise de dados e de informações.

Sendo a norma NP 4483 [1] um documento que se pretende de aplicação genérica a todas as organizações, independentemente do tipo, dimensão e serviço que estas proporcionam, a sua aplicação no âmbito da manutenção de edifícios requer a necessária adaptação a este sector. Essa adaptação pode ser realizada através da consulta de diversas normas, como sejam, a BS 8210 “British standard guide to building maintenance management” [3], a UNI 10604 “Manutenzione.

Criteri di progettazione, gestione e controllo dei servizi di manutenzione di immobili” [4] ou a [5] “Manutenção de edificações. Procedimento” (ABNT, 1999) que fornecem linhas de orientação para a conceção, gestão e controlo de SGME, tendo em vista o cumprimento dos objetivos e as expectativas dos proprietários e dos utilizadores e a qualidade do serviço de manutenção realizado.

Para a definição de um SGME, é ainda útil, a consulta da informação proveniente da implementação de casos reais de SGME nos diversos países, como sejam, o caso dos edifícios governamentais do estado de *Queensland* na Austrália, dos bairros sociais no Reino Unido, Holanda e Portugal, dos edifícios universitários em França ou dos estabelecimentos hospitalares em Israel [6].

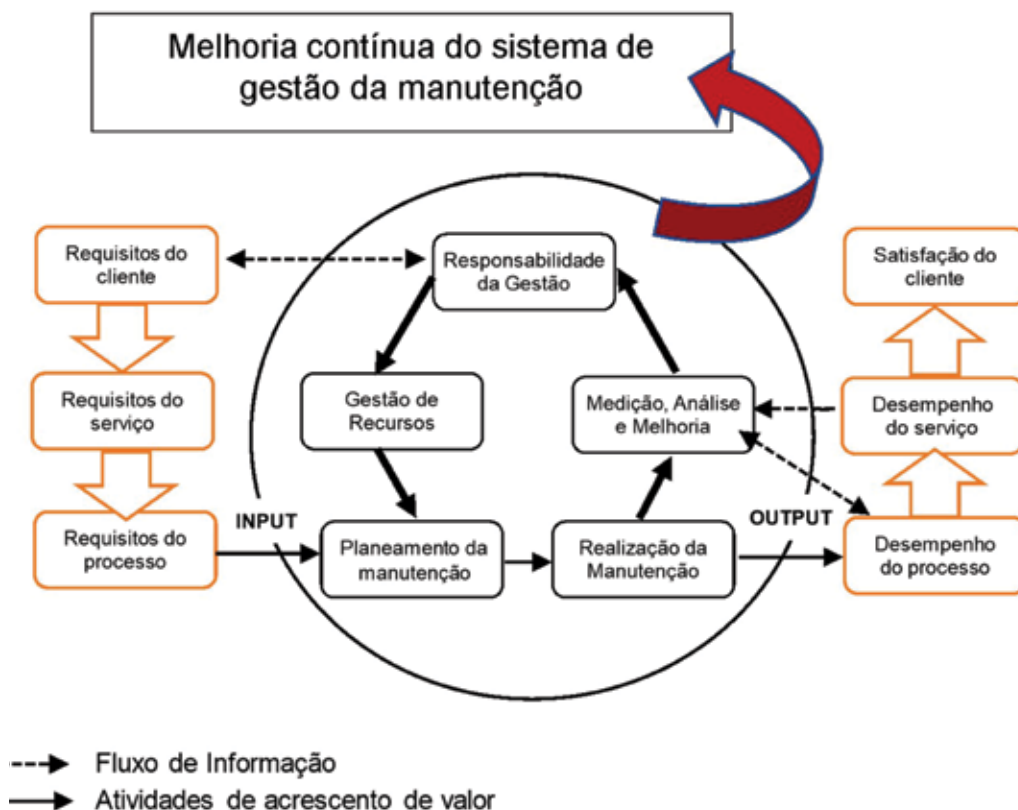


Figura 63 - Modelo do SGM orientado por processos (NP 4483) [1].

MODELAÇÃO PROBABILÍSTICA NO PLANEAMENTO DA MANUTENÇÃO DE SUPERFÍCIES EM BETÃO À VISTA



CLÁUDIA FERREIRA

ANA SILVA

O parque edificado português apresenta sinais evidentes de degradação. O estado de degradação do património edificado deve-se ao natural envelhecimento dos materiais associado a uma escassez de recursos e a uma incipiente cultura de manutenção. Durante muitos anos foi adotada uma atitude de “construir e deixar ficar” [1], em que as ações de manutenção são essencialmente reativas, esporádicas, não são prioritárias ou, simplesmente, não se realizam de todo [2-4].

Atualmente, as ações de manutenção continuam a ser realizadas com base em critérios subjetivos [5], essencialmente, devido à inexistência de ferramentas robustas e fiáveis que permitam saber quando e como intervir [6]. Os dados existentes na literatura [7, 8] indicam uma vida útil média para os edifícios e seus componentes, assim como procedimentos de intervenção padronizados, negligenciando a forma como os edifícios se deterioram, bem como os riscos e custos associados a essa degradação.

Nesse sentido, o presente estudo propõe uma ferramenta estocástica para a definição de estratégias de manutenção, que permita definir as ações a realizar e a sua periodicidade, com base na condição e processo de degradação dos edifícios e dos seus componentes. Esta metodologia é implementada através de redes de Petri (RP), que permitem criar um modelo de manutenção baseado na condição, avaliando o impacto das ações de manutenção no estado de conservação do elemento construtivo em análise [9].

9.1 REDES DE PETRI

O conceito original das Redes de Petri (RP) foi introduzido por Carl A. Petri [10]. Trata-se de uma metodologia matemática com uma componente gráfica adequada para a descrição de sistemas, onde as relações dinâmicas entre as diferentes partes são caracterizadas por serem concorrentes, assíncronas, distribuídas, paralelas, não determinísticas e/ou

estocásticas [11]. Devido à sua flexibilidade, as redes de Petri podem ser utilizadas em várias aplicações práticas. A sua representação gráfica é utilizada como uma forma de representação visual, semelhante a fluxogramas, enquanto a componente matemática permite definir funções estado, equações algébricas e/ou outros modelos matemáticos que governam o comportamento dos sistemas.

Uma rede de Petri é um grafo direcionado, ponderado e bipartido com um estado de condição inicial, denominado de marcação inicial, M_0 [12]. É considerado um grafo bipartido porque é composto por dois tipos de nós: lugares e transições. Encontram-se ambos ligados por arcos direcionados. Um arco pode apenas unir um lugar a uma transição ou *vice-versa*, e encontra-se rotulado por um peso (um número inteiro positivo). Um arco rotulado com o valor k pode ser interpretado como um conjunto de k arcos paralelos (por simplicidade, quando o peso do arco é igual a 1, o rótulo no arco é omitido). Cada lugar tem a capacidade de armazenar um variado número de pequenos pontos, denominados de *tokens*. A distribuição dos *tokens* nos lugares representa o presente estado de condição do sistema e é denominado de marcação da rede, M .

Na Figura 67, encontra-se ilustrado um exemplo de uma rede de Petri. Os lugares são denotados por círculos enquanto as transições por rectângulos. A transição t_1 tem dois lugares de entrada (p_1, p_2) e um lugar de saída (p_3). Os arcos que unem os lugares de entrada à transição e a transição ao lugar de saída representam, respectivamente, as pré- e pós-condições da transição. Para além disso, existem dois *tokens* nos lugares p_1 e p_2 .

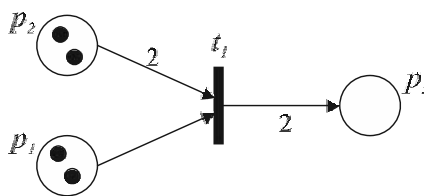


Figura 67 - Exemplo de uma rede de Petri

De acordo com o tipo de aplicação, diferentes interpretações podem ser dadas aos lugares e às transições [13]. No entanto, de um modo simples, os lugares representam os recursos ou um possível estado de condição do sistema, enquanto as transições representam as acções que causam a mudança do estado de condição do sistema [14].

9.2 MODELO DE DEGRADAÇÃO

A definição de planos de manutenção adequados requer a compreensão dos fenómenos naturais do envelhecimento e do comportamento dos elementos construtivos ao longo do seu ciclo de vida [15]. Por exemplo, é necessário identificar as diferentes anomalias que podem ocorrer no elemento construtivo e suas causas prováveis devem ser identificadas, permitindo a definição de técnicas de reparação adequadas para a correção das anomalias e eliminação das suas causas.

No presente estudo, exemplifica-se a aplicação das redes de Petri na modelação da manutenção de revestimentos em betão à vista. Para estes revestimentos, adota-se um sistema classificativo do seu estado de degradação composto por cinco níveis de degradação, desde o nível A (sem degradação visível) até ao nível E (degradação generalizada) [16]. A Tabela 25 apresenta a descrição de cada um dos níveis considerados.

O APOIO DO BIM NA MANUTENÇÃO



FERNANDA RODRIGUES

ANA DINIS ALVES

10.1 INTRODUÇÃO

Ao longo do século XX, assistiu-se na generalidade dos países, a um investimento em construção nova sem precedentes levando a que, atualmente, exista um grande número de edificações cujo valor patrimonial e operacional requer uma preocupação contínua e coerente, obrigando a que se proceda à sua gestão, manutenção e reabilitação. Devido a este facto, os proprietários e instituições públicas e privadas gestoras de edifícios ou de parques habitacionais, têm registado uma preocupação crescente com a preservação não só do património histórico, mas também com a preservação do património edificado na sua generalidade. No entanto, uma das grandes dificuldades nas intervenções de manutenção e reabilitação deste património é a insuficiência de dados e de cadastros das edificações e das sucessivas intervenções a que foram sujeitas que, conjugados com a desatualização constante desses mesmos

dados, acaba por tornar a sua gestão e manutenção, um processo complexo e, por vezes, demasiado dispendioso, o que se traduz na necessidade de aplicação de processos inovadores de gestão do património edificado.

A introdução de novas metodologias e tecnologias digitais no domínio do património edificado, baseadas em modelos 3D paramétricos, permite criar modelos tridimensionais que constituem ferramentas de comunicação eficazes e intuitivas, com interfaces de partilha de informação e de visualização, não só da informação geométrica, mas também de toda a informação de inventário relativa a dados históricos e não históricos: materiais e técnicas construtivas adotadas, inspeções e ensaios, avaliações do estado de conservação, etc.. Surge então a metodologia *Building Information Modelling* (BIM), cujos modelos desenvolvidos para serem utilizados na fase de Operação e Manutenção dos edifícios, permitem uma nova forma de analisar o seu comportamento e degradação ao

longo do tempo, fornecendo informações do estado atual da edificação, além do seu histórico de manutenção e intervenções anteriores.

A metodologia BIM tem diversas aplicações, não se encontrando limitada à construção nova, pelo que, pode ser utilizada, como uma base de dados de informação, auxiliando equipas de projeto e de execução a representar edifícios *as-designed*, *as-built* ou *as-managed* e a atuar na manutenção e monitorização do ciclo de vida, controlando e medindo o desempenho das edificações com o apoio de inspeções periódicas e dispositivos de monitorização integrados. Tem assim, a capacidade de armazenar informação sobre todo o sistema, integrando-a no modelo espacial 3D, o qual funciona como um “contentor” de dados, o que não se consegue com os formatos de representação de dados tradicionais.

Reconhece-se assim, que o BIM é uma metodologia que centra no modelo 3D a informação multidisciplinar relativa a todas as especialidades, ao longo de todo o ciclo de vida da edificação, essencial para a gestão dos respetivos processos, tais como a manutenção e desenvolvimento do inventário ao longo de todo o ciclo de vida, desde a conceção até à desconstrução.

10.2 CONSTRUÇÃO 4.0

No século XVIII a primeira revolução industrial introduziu a máquina a vapor e a mecanização da produção (1760-1830) e, em meados do século XIX, a segunda introduziu a energia elétrica e a produção em massa. Com o emergir da eletrónica, da tecnologia da informação e das telecomunicações, a terceira revolução industrial introduziu a digitalização da informação e da tecnologia,

em meados do séc. XX (Figura 73). Quanto à quarta revolução industrial, não é definida por um conjunto de tecnologias emergentes em si mesmas, mas pela transição em direção a novos sistemas que foram construídos sobre a infraestrutura da anterior revolução digital. A Indústria 4.0 uniu o mundo físico com o da informação através de sistemas ciberfísicos (sistemas compostos por elementos computacionais colaborativos com o intuito de controlar entidades físicas). Caracteriza-se assim, por uma convergência de tecnologias digitais, físicas e biológicas: nanotecnologia, neurotecnologia, robotização, inteligência artificial, biotecnologia, sistemas de armazenamento de energia, drones e impressão 3D.

Por definição, *Industry 4.0*, ou quarta revolução industrial, refere-se à IoT (*Internet of Things*) e à *Internet* dos Serviços, integrada com o ambiente industrial, onde todas as empresas industriais, em todo o mundo, ligam e controlam as suas máquinas, fábricas e instalações de armazenamento de forma inteligente, através de sistemas ciberfísicos, partilhando informação que desencadeia ações [1]. A IoT é assim, o sistema que possibilita a construção ciberfísica, normalmente designada por Construção 4.0 [2]. Atualmente, considera-se que a Indústria 5.0 complementa o paradigma da Indústria 4.0, destacando a investigação e a inovação como motores de uma transição para uma indústria resiliente, sustentável e centrada no Homem. Tenta capturar o valor de novas tecnologias, proporcionando prosperidade, além de empregos e crescimento, ao mesmo tempo que respeita as fronteiras planetárias e coloca o bem-estar do trabalhador no centro do processo de produção [3].

A MANUTENÇÃO DE SISTEMAS E EQUIPAMENTOS

11.1 MANUTENÇÃO PRÓ-ATIVA DE FACHADAS E COBERTURAS

INÊS FLORES-COLEN

Os planos de manutenção pró-ativa (PMP) são essenciais para a implementação de estratégias pró-ativas de manutenção durante a vida útil dos elementos dos edifícios. Devem ser definidas as ações de manutenção mais prováveis (manutenção preventiva) e também as ações de avaliação da condição (manutenção preditiva) através de inspeção e monitorização, incluindo critérios de intervenção.

11.1.1 Estruturação de planos de manutenção

Em Portugal, não existe legislação para que seja obrigatória a utilização de PMP em todos os elementos dos edifícios, no entanto, através de vários estudos já realizados e também tendo em conta referências internacionais, um PMP deve [1, 2, 3]: i) estimar a vida útil dos elementos construtivos; ii) caracterizar o desempenho em serviço expectável; iii) definir as anomalias mais relevantes, as possíveis causas e os respetivos mecanismos de degradação em serviço; iv) prever e definir os sintomas de pré-patologia; v) definir o sistema de seleção das operações

de manutenção a realizar; vi) estabelecer rotinas de inspeção; vii) definir estratégias de atuação, incluindo critérios de prioridade e risco; viii) analisar o historial das intervenções; ix) registar custos em serviço; e ix) gerir adequadamente a informação relacionada com a manutenção e a satisfação dos utilizadores dos edifícios.

Os elementos fonte de manutenção (EFM) são os elementos construtivos que carecem de ações de manutenção durante a vida útil dos edifícios. Com toda a diversidade de materiais presentes e respetivos diferentes comportamentos ao longo do ciclo de vida dos edifícios, é necessário estimar a vida útil destes elementos. Existe uma série de documentos internacionais, onde se pode consultar as vidas úteis previstas de elementos, subelementos e respetivos materiais, Tabelas 32 e 33 [2, 3]. É necessário referir que a discrepância de valores se deve ao facto de alguns documentos não terem em consideração os fatores de condicionamento (por exemplo, agressividade do meio) e a possibilidade de se efetuarem ações de manutenção ao longo da vida útil.

Alguns documentos técnicos são muito gerais, indicando apenas um intervalo de valores, sem distinguir qual o tipo de material aplicado. Por outro lado, existem documentos que apresentam estimativas máximas, médias e mínimas de vidas úteis para

todos os elementos, bem como as respectivas médias, modas e medianas, resultando em valores consideravelmente diferentes. A existência de diversas fontes bibliográficas provenientes de diferentes países e, por consequência, distintas tecnologias de construção e meio ambiente poderá originar valores diferentes de vida útil que carecem

de adaptação às condições reais de serviço. Na bibliografia técnica, existem vários documentos que podem servir de base à identificação de ações de manutenção e sua periodicidade. Nas Tabelas 34 e 35, é exemplificada uma síntese de periodicidade de inspeções para os principais elementos da fachada.

Tabela 32 - Valores das vidas úteis dos EFM de uma fachada de acordo com a bibliografia técnica (em anos).

Elemento fonte de manutenção	Vida útil [4]	Materiais	Vida útil [5]		Vida útil [6, 7]	
			Mín.	Máx.	Mín.	Médio
Paredes	20-40	Tijolo à vista	47	126	35	
Revestimentos facilmente substituíveis	4-10	Tinta de base aquosa				
		Cerâmica	27	57		
Revestimentos dificilmente substituíveis	20-60	Reboco	33	81	35	
		Pedra			35	
		Madeira	27	69	25	
Janelas, portas e elementos de proteção	20-25	Alumínio	28	58	35	
		PVC	26	49	25	25
		Pedra				30
Cornijas, beirais e molduras de portas e janelas	20-60	Cimento/betão			35	30
Vedantes de juntas	3-10				5	20
Fixações	3-10				10	10

Na Tabela 36, é exemplificada a periodicidade de ações de manutenção preventiva para coberturas planas, divididas em ações de limpeza, tratamentos de superfície, intervenções ligeiras e profundas e substituição no final da vida útil do elemento. Verifica-se a necessidade de adaptar as ações de manutenção às reais necessidades em serviço. Quando não existe conhecimento efetivo do desempenho em serviço deverão ser efetuadas inspeções detalhadas aos elementos das fachadas e coberturas.

Para apoio ao plano de inspeções, é necessário definir critérios de intervenção e de prioridade que permitam atuar nas

anomalias existentes, minimizando situações de incômodos, falta de segurança e risco para os utilizadores e transeuntes do edifício [21-25]. Para recolher informação sobre sistemas de inspeção e diagnóstico de diferentes elementos construtivos, consultar as seguintes referências: coberturas em terraço [26, 27]; ladrilhos cerâmicos aderentes [28-34]; revestimentos epóxicos [35]; estuques [36-38]; gesso laminado [39,40]; pedra natural [41, 42]; coberturas inclinadas [43-45]; pisos lenhosos [46]; ETICS [47, 48]; rebocos [49, 50]; pinturas [51, 52]; paredes de alvenaria [53]; caixilharias [54, 55]; e betão à vista [56, 57].

ASSISTÊNCIA TÉCNICA EM CONSTRUTORAS PARA IMÓVEIS EM GARANTIA



REGINALDO ALEXANDRE DA SILVA

A cadeia produtiva de uma edificação, independente do uso a que se destina e da sua tipologia, vai desde a busca pelo terreno para a incorporação até a conclusão e entrega da obra para o seu proprietário. São inúmeras as etapas contempladas nessa cadeia, assim como são inúmeros os profissionais e empresas envolvidos nela; cada um com seu escopo e responsabilidade, interagindo entre si de forma que haja total sinergia com foco no produto e na satisfação do proprietário, resolvendo eventuais incompatibilidades e/ou interferências. Legislações e Normas Técnicas regram o que pode e como deve ser feito, estabelecendo parâmetros e limites para o devido enquadramento de todo tipo de projeto, do mais simples ao mais arrojado e inovador.

Durante as fases de *Planejamento e Projeto* são definidos os diversos sistemas construtivos a serem empregados na produção da edificação, e por consequência todos os seus componentes e equipamentos;

sempre com o apoio e expertise dos projetistas, os quais, de acordo com cada disciplina, são escolhidos com rígido critério de competência. Já na fase de *Execução* diversos ensaios e controles tecnológicos são realizados para garantir o atendimento aos parâmetros estabelecidos nas Normas Técnicas, assegurando o desempenho projetado. Muitas empresas, inclusive, estabelecem e implementam um sistema de gestão da qualidade composto por vasta documentação técnica, tendo como principais objetivos monitorar, aferir e garantir a qualidade desejada.

E finalmente, a *Entrega* da obra coroa a cadeia produtiva da edificação.

A partir daí, já na fase de *Uso* da edificação dois vieses se iniciam, cada um com seus protagonistas, particularidades, dificuldades e responsabilidades: a *MANUTENÇÃO* e a *ASSISTÊNCIA TÉCNICA*, sendo essa última o cerne deste capítulo.

12.1 MANUAL DE USO, OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO

Para preservar a funcionalidade e o desempenho dos diversos sistemas construtivos, componentes e equipamentos durante a fase de *Uso* da edificação, visando atingir a vida útil projetada – podendo inclusive prolongá-la – faz-se necessário munir o proprietário da edificação, ou seu representante, de informações práticas e objetivas, que deem condições a ele de cuidar do imóvel de forma adequada.

Para melhor entendimento, a partir daqui neste capítulo, o representante do proprietário será identificado como “**Síndico**”, e a edificação em fase de *Uso* como “**Condomínio**”.

O Código Civil brasileiro [10] estabelece no Art. 1347 que o Síndico será eleito em assembleia para administrar o Condomínio, podendo ele ser condômino ou não, por um prazo não superior a dois anos, e podendo também renovar-se. E no Art. 1348 relaciona várias atribuições ao Síndico, dentre elas, no inciso V – *diligenciar a conservação e a guarda das partes comuns e zelar pela prestação dos serviços que interessem aos possuidores*. Ou seja, cabe ao Síndico a missão de manter o Condomínio.

Vale ressaltar que na grande maioria das vezes o proprietário, ou o Síndico, é leigo no que diz respeito à engenharia e/ou às boas práticas para conservação do Condomínio. Exceções a essa regra são as pessoas com algum conhecimento ou alguma formação técnica voltada à construção civil, as pessoas que já fizeram parte da gestão de outros Condomínios e os Síndicos profissionais, os quais são remunerados por esta prestação de serviço.

Sendo assim, considerando que qualquer pessoa pode ser escolhida como Síndico, é fundamental que exista um roteiro a ser seguido, detalhando suas atribuições.

Conhecido também como Manual do Proprietário, quando é específico às unidades privativas, e Manual das Áreas Comuns ou Manual do Síndico, quando aborda todas as áreas técnicas e as áreas de uso comum; o *Manual de Uso, Operação e Manutenção* de um Condomínio contempla informações acerca dos diversos sistemas construtivos, componentes e equipamentos que o compõem.

Para melhor entendimento, a partir daqui neste capítulo, o *Manual de Uso, Operação e Manutenção* será identificado simplesmente como “**Manual**”.

Tais informações são necessárias para o correto planejamento das atividades de uso, operação e manutenção da edificação como um todo, como preconiza a ABNT NBR 15575-1:2013 – Edificações habitacionais – Desempenho Parte 1: Requisitos gerais [3].

Corroborando com a ABNT NBR 14037:2014 – Diretrizes para elaboração de manuais de uso, operação e manutenção das edificações [4], o ideal é que o Manual seja elaborado simultaneamente com a evolução da obra, haja vista a necessidade da organização de documentos diversos e informações importantes para o fim a que se destina. Fazendo desta forma evita-se a corrida descontrolada no final da obra para levantamento e organização desses documentos e informações, atingindo-se a qualidade desejada na produção deste documento tão importante.

A IMPORTÂNCIA DA GESTÃO TÉCNICA DOS CONDOMÍNIOS PARA A MANUTENÇÃO DOS EDIFÍCIOS HABITACIONAIS



VITORINO NEVES

JOÃO CARLOS GONÇALVES LANZINHA

A instituição do conceito de propriedade horizontal, cuja origem alguns autores localizam em épocas muito remotas, como na cidade da Babilónia (há 5.000 anos) ou na Roma Antiga, existiu comprovadamente na Idade Média, sobretudo em cidades francesas em que a existência de muralhas impedia o crescimento horizontal das cidades, forçando o crescimento dos edifícios em altura. Os condomínios ganharam expressão com o agravamento da crise habitacional que se verificou durante e após a Primeira Guerra Mundial, com as grandes deslocações que existiram na altura para as cidades, sendo que, nas grandes metrópoles europeias, onde a indústria assumiu um papel fundamental, esta era já uma realidade. Os condomínios tornaram-se uma solução corrente e acessível, devido à rentabilização do solo (recurso que era bastante escasso, e por isso muito valorizado) e à estandardização das frações (“x” tipologias repetidas “n” vezes). Por se verificar uma aceitação crescente,

aconteceu também uma grande diversificação de ofertas, aparecendo então condomínios para todas as classes, de todos os tipos, dos mais simples aos mais sofisticados, com vários tipos de equipamentos de uso comum disponíveis. Também por implicarem a existência de vizinhança muito próxima, tornaram-se sinónimos de segurança que, muitas vezes (ainda mais na época em questão), é preponderante na escolha, relativamente às moradias unifamiliares [1]. Uma fração integrada num condomínio é muito mais do que o espaço privado que se encontra para além da porta de entrada. É de salientar que existem as escadas, os corredores, os elevadores e outros de propriedade partilhada (partes comuns), pertencentes conjuntamente a todos os donos das casas integradas nesse condomínio. Significa então que todos esses donos têm os mesmos direitos e deveres, relativamente a esses espaços. Por outro lado, o simples facto de viverem num condomínio faz com que, mesmo quando se encontram

nas suas próprias casas, tenham de respeitar um conjunto de regras indispensáveis a uma convivência sã entre condôminos.

13.1 DESTRUIÇÃO DO EDIFICADO - MEDIDAS PÓS-GUERRA

Especialmente depois da Segunda Guerra Mundial em que a destruição do edificado foi muito significativa na Europa, resultando na escassez de alojamentos disponíveis e na circulação de milhares de pessoas deslocadas e refugiadas, obrigaram as autoridades governamentais a colocar a questão da propriedade da habitação numa base legal sólida, com o objetivo de criar estabilidade social, psicológica, eco-económica e política nos seus países em reconstrução. O objetivo das primeiras leis e regulamentos foi estabelecer uma demarcação mais clara das partes individuais e comuns de um edifício, estabelecer um conjunto de estatutos ou regras para a comunidade de proprietários de apartamentos e proporcionar uma estrutura de gestão clara para os proprietários numa assembleia geral e, em alguns casos, para uma gestão profissional. As chamadas leis de primeira geração foram introduzidos em quase todos os países da Europa Ocidental, começando pela Bélgica (1924), Grécia (1929) e Itália (1935). Os países latino-americanos começaram com o Brasil (1928) e o Chile (1937), enquanto os países do Leste Europeu começaram com a Hungria (1924), Roménia (1927) e Polónia (1935). Os países anglo-americanos foram os últimos a seguir o exemplo. O processo começou com a rudimentar Lei de Transferência de Terras (*Stratum Estates*), de 1960, do estado australiano de Vitória, seguida de Nova Gales do Sul (1961), do estado canadiano da *British Columbia* (1966) e de Singapura (1968).

Os estatutos do condomínio nos Estados Unidos começaram a ser implementados com a emenda (1961) da Lei Nacional de Habitação, que autorizava a Administração Federal de Habitação a segurar hipotecas sobre condomínios autorizados por lei estadual e fornecer um Estatuto Modelo que serviu de base à maioria dos estatutos da primeira geração dos condomínios americanos. A maioria destes estatutos simplificados de “primeira geração” foram complementados ou substituídos por estatutos mais detalhados de “segunda geração” ou mesmo de “terceira geração” [2].

13.1.1 Adversidades /Reparações

Atualmente o que se verifica num investimento inicial na aquisição de uma fração num condomínio, é de que o mesmo é muito significativo. Os encargos com os empréstimos da sua obtenção representam uma fatia muito importante do orçamento familiar, os gastos com o abastecimento de água e de energia à habitação são, por vezes, inesperados e a tributação deste tipo de património é muito onerosa, pelo que se torna necessário cortar no pagamento da quotização do condomínio, descuidando a necessidade de prever os investimentos a efetuar no futuro, para manter o estado de conservação e o valor deste património pessoal.

Não podemos ignorar que os proprietários destes edifícios, nos orçamentos relativos às despesas de condomínio, estão apenas preocupados em dotar as respetivas rubricas com as verbas necessárias para satisfazer os compromissos de limpeza, seguros e manutenção corrente, reservando uma verba insignificante (no máximo 10%) para os trabalhos de reparação ou reabilitação periódica do edifício [3]. Para além disso, a questão das obras é sempre considerada a

A PERSPETIVA DOS CUSTOS GLOBAIS E O LCC

INÊS FLORES-COLEN

CARLOS OLIVEIRA CRUZ

Qualquer intervenção de construção ou reabilitação no património edificado compreende a necessidade de investimento inicial, tradicionalmente designado na literatura como *sunk cost* (custos afundados ou irrecuperáveis) [1]. As abordagens mais tradicionais, e simplistas, centravam a otimização de custos na escolha de materiais e processos construtivos que minimizassem este custo inicial da intervenção, considerando um determinado nível de desempenho pré-definido [2]. Estas abordagens foram gradualmente substituídas por análises do ciclo de vida, as quais contemplam uma segunda dimensão de custos nas intervenções de reabilitação – os custos de manutenção e operação.

Mais do que apenas considerar componentes de custos adicionais, a abordagem do ciclo de vida introduz um conjunto de desafios estruturalmente distintos da abordagem mais simples de minimizar custos apenas de construção (custos iniciais). Ao contrário destes que tendencialmente ocorrem num

presente ou, pelo menos, num intervalo de tempo relativamente curto, os custos do ciclo de vida ocorrem ao longo de um período de tempo longo, que pode atingir várias décadas. Surge, por isso, uma dificuldade acrescida de consideração do valor temporal do dinheiro [3].

A avaliação dos custos de ciclo de vida, objeto de análise na norma internacional ISO 15686-5 [4], procura dotar os agentes de um conhecimento abrangente sobre as implicações económicas, no longo prazo, das escolhas e decisões relativamente às opções técnicas adotadas nas intervenções ao longo do tempo. Importa definir, de forma clara, o que se entende por análise de custo do ciclo de vida (designada na literatura da especialidade como *life cycle costing* – LCC). A análise LCC compreende todos os custos relacionados com a construção, manutenção, operação, e custos relacionados com o final do ciclo de vida de um componente (ou vários) do edifício. Este é um conceito mais limitado do

que o conceito de *whole life costing* (WLC), no qual se incluem custos não relacionados com a construção, tais como benefícios económicos e externalidades [4, 5]. As análises não são alternativas, mas complementares e devem ser usadas consoante o objetivo do promotor. Numa lógica da avaliação da sustentabilidade, em longo prazo, da intervenção, é necessário contabilizar externalidades e, como tal, a análise WLC poderá ser escolhida. Pelo contrário, numa lógica estrita de análise de custos de intervenção (e respetiva minimização no ciclo de vida) deve optar-se pela análise LCC. O objetivo essencial na utilização quer de análises LCC ou WLC é o de maximizar o *value for money* (VfM) das intervenções. Entenda-se por VfM uma medida de utilidade do investimento realizado. Por cada euro investido na intervenção, pretende-se maximizar a sua utilidade (diminuindo globalmente os custos de

ciclo de vida). Estas análises tornam-se mais relevantes quando a entidade promotora (pública ou privada) será também responsável pela operação e manutenção do edifício. A utilização dos modelos integrados na provisão de edifícios (particularmente serviços) tem registado um forte aumento; um dos exemplos mais utilizados de gestão integrada são os modelos *build-own-operate* (BOO) ou *build-operate-transfer* (BOT).

Associado ao ciclo de vida está a perspectiva de custos globais ("*whole life costs*"), que inclui os custos em todas as fases do processo construtivo. Estes custos dividem-se em duas categorias principais: os custos visíveis associados às fases de projeto e construção e os custos invisíveis associados à fase de manutenção e ocupação (que apresentam uma diversidade de origens), conforme a Figura 138.



Figura 138 - O iceberg dos custos globais, adaptado de [6].

A APLICAÇÃO DA MANUTENÇÃO - CASOS DE ESTUDO

15.1 CAMPI UNIVERSITÁRIOS

DOUGLAS BARRETO
ALEX ELIAS CARLINO

15.1.1 Mapeamento de processos de manutenção predial em Campi Universitários

15.1.1.1 *Enquadramento*

A origem da palavra manutenção vem do Latim *MANUTENTIO*, “ato de segurar na mão”, formado por *MANUS*, “mão”, mais *TENERE*, “agarrar, segurar”, ou seja, manter aquilo que se tem, entendendo-se manutenção como forma de se evitar as falhas, garantir ganhos aos processos produtivos, além de contribuir de forma direta para o aumento da produtividade. Com relação aos procedimentos

de manutenção adotados, verifica-se que estes estão longe de ser ideais sendo que em muitos casos são procedimentos corretivos, agindo no reparo no momento da quebra ou desgaste do material, gerando perdas importantes no processo produtivo.

Considerando os campi universitários no Brasil, somente na esfera do Governo Federal, a questão da manutenção torna-se muito importante dada a grande quantidade de entidades de ensino que compõe o sistema ensino universitário público no país.

Dada a extensão continental do Brasil que reúne 26 estados e um distrito federal, os campi universitários se espalham por estas unidades federativas e a Tabela 59, a seguir apresenta as Entidades de Ensino Superior – IES, como são denominadas, por região, estados e a respectiva quantidade.

Tabela 59 - Distribuição dos campi universitários no Brasil.

Região	Estados	Universidades Federais	Qtdd
Região Centro-oeste	Distrito Federal; Mato Grosso do Sul; Goiás; Mato Grosso; Mato Grosso do Sul	Universidade de Brasília; Universidade Federal da Grande Dourados; Universidade Federal de Goiás; Universidade Federal de Catalão; Universidade Federal de Jataí; Universidade Federal de Mato Grosso; Universidade Federal de Rondonópolis; Universidade Federal de Mato Grosso do Sul	8
Região Nordeste	Alagoas; Bahia; Ceará; Maranhão; Paraíba; Pernambuco; Piauí; Rio Grande do Norte; Sergipe	Universidade Federal de Alagoas; Universidade Federal da Bahia; Universidade Federal do Sul da Bahia; Universidade Federal do Recôncavo da Bahia; Universidade Federal do Oeste da Bahia; Universidade Federal da Lusofonia Afro-Brasileira; Universidade Federal do Cariri; Universidade Federal do Ceará; Universidade Federal do Maranhão; Universidade Federal da Paraíba; Universidade Federal de Campina Grande; Universidade Federal de Pernambuco; Universidade Federal do Vale do São Francisco; Universidade Federal Rural de Pernambuco; Universidade Federal do Agreste de Pernambuco; Universidade Federal do Delta do Parnaíba; Universidade Federal do Piauí; Universidade Federal do Rio Grande do Norte; Universidade Federal Rural do Semiárido; Universidade Federal de Sergipe	20
Região Norte	Acre; Amapá; Amazonas; Pará; Rondônia; Roraima; Tocantins;	Universidade Federal do Acre; Universidade Federal do Amapá; Universidade Federal do Amazonas; Universidade Federal do Oeste do Pará; Universidade Federal do Pará; Universidade Federal Rural da Amazônia; Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará; Universidade Federal de Rondônia; Universidade Federal de Roraima; Universidade Federal do Tocantins; Universidade Federal do Norte do Tocantins	11
Região Sudeste	Espírito Santo; Minas Gerais; São Paulo; Rio de Janeiro	Universidade Federal do Espírito Santo; Universidade Federal de Alfenas; Universidade Federal de Itajubá; Universidade Federal de Juiz de Fora; Universidade Federal de Lavras; Universidade Federal de Minas Gerais; Universidade Federal de Ouro Preto; Universidade Federal de São João del-Rei; Universidade Federal de Uberlândia; Universidade Federal de Viçosa; Universidade Federal do Triângulo Mineiro; Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri; Universidade Federal de São Carlos; Universidade Federal de São Paulo; Universidade Federal do ABC; Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro; Universidade Federal do Rio de Janeiro; Universidade Federal Fluminense; Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro	19
Região Sul	Paraná; Rio Grande do Sul; Santa Catarina	Universidade Tecnológica Federal do Paraná; Universidade Federal da Integração Latino-Americana; Universidade Federal do Paraná; Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre; Universidade Federal de Pelotas; Universidade Federal de Santa Maria; Universidade Federal do Pampa; Universidade Federal do Rio Grande; Universidade Federal do Rio Grande do Sul; Universidade Federal da Fronteira Sul; Universidade Federal de Santa Catarina	11
Total			69

Fonte: <https://www.pebsp.com/lista-de-universidade-federais-do-brasil-2020/amp/>.

Como se observa nas informações do Tabela 59, no Brasil existem 69 Universidades Federais, as quais muitas possuem mais de um Campus Universitário, o que torna ainda maior a quantidade de prédios envolvidos para serem geridos e mantidos, almejando a

grande importância a sistematização da abordagem da manutenção das instalações físicas destas unidades, sendo de grande amplitude e complexidade abordar todas as unidades, visto não há uma padronização de manutenção dada as características físicas e geográficas

Marco Antonio Gullo

ESTACIONAMENTOS

**diretrizes de projeto
e perícias**

Copyright © 2022 Oficina de Textos

Grafia atualizada conforme o Acordo Ortográfico da Língua Portuguesa de 1990, em vigor no Brasil desde 2009.

Conselho editorial Arthur Pinto Chaves; Cylon Gonçalves da Silva;
Doris C. C. K. Kowaltowski; José Galizia Tundisi;
Luis Enrique Sánchez; Paulo Helene;
Rozely Ferreira dos Santos; Teresa Gallotti Florenzano;
Aluízio Borém

Capa e projeto gráfico Malu Vallim
Foto capa Sven Mieke (www.unsplash.com)
Diagramação Victor Azevedo
Preparação de figuras Carolina Rocha Falvo
Preparação de textos Hélio Hideki Iraha
Revisão de textos Ana Paula Ribeiro
Impressão e acabamento BMF gráfica e editora

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)

Gullo, Marco Antonio
Estacionamentos : diretrizes de projeto e
perícias / Marco Antonio Gullo. -- São Paulo :
Oficina de Textos, 2021.

ISBN 978-65-86235-40-1

1. Estacionamento de automóveis - Legislação -
Brasil 2. Normas técnicas e legislações
3. Regulamentação - Brasil I. Título.

21-89766

CDD-620.0013

Índices para catálogo sistemático:

1. Estacionamentos : Edificações : Avaliação e
perícias : Engenharia diagnóstica 620.0013

Aline Grazielle Benitez - Bibliotecária - CRB-1/3129

Todos os direitos reservados à **Editora Oficina de Textos**
Rua Cubatão, 798
CEP 04013-003 São Paulo SP
tel. (11) 3085-7933
www.ofitexto.com.br
atend@ofitexto.com.br

prefácio

A rotina do Engenheiro Diagnóstico em Edificações exige conhecimento multidisciplinar em diversas áreas ou especialidades da Engenharia e da Arquitetura, tal qual o Clínico Geral na Medicina.

Diante desse conceito básico, o Engenheiro Diagnóstico poderá enfrentar questões técnicas que o obrigarão a atuar na análise ou na auditoria técnica de projetos executivos e de arquitetura, seja na prestação de serviços privados, seja para atender o Poder Judiciário, e não poderá estar limitado ao aprendizado acadêmico, sabidamente omissos ou falhos nos ensinamentos de diversas atividades e sistemas construtivos.

Para tanto, caberá ao profissional especialista em Engenharia Diagnóstica estar capacitado para realizar a leitura precisa dos projetos executivos, incluindo avaliar as condições técnicas envolvendo os espaços projetados para circulação, manobra e estacionamento de veículos automotores, seja para conferir qualidade no usufruto das vagas, seja para avaliar a correção técnica, na qualidade de consultor ou de perito de engenharia.

A experiência profissional de décadas diante da necessidade de criar soluções para a melhoria dos espaços nos estacionamentos e em face dos embates entre os usuários das vagas de estacionamento e seus construtores, assim como a vivência que permitiu conhecer a fragilidade do meio técnico e a carência de bibliografia específica, estimulou o aprofundamento por parte deste autor durante os estudos promovidos em dissertação de mestrado (título conferido pelo IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas), instigando e servindo de texto base para a produção desta obra técnica, visando orientar os profissionais que precisam atuar nessa específica matéria.

Além das motivações profissionais, a ausência da razoabilidade em razão das diferentes regras exigidas nas legislações municipais que ditam os estacionamentos coletivos expostos a uma mesma frota veicular fez vislumbrar a possibilidade da unificação das diretrizes de projeto dos estacionamentos.

O objetivo deste livro é a apresentação de diretrizes gerais para projeto de estacionamentos coletivos em edifícios no território nacional, permitindo ao setor produtivo aplicar conceitos atualizados para fornecer produtos com medidas ideais ao seu público-alvo e ao leitor projetista ou perito de engenharia interpretar as legis-

lações municipais, além de conhecer os principais aspectos técnicos que permitem o usufruto das vagas com segurança e comodidade, por toda sorte de usuário, incluindo os motoristas novatos ou aqueles que, com o passar da vida, reduziram a capacidade motora e cognitiva, todos conduzindo veículos ordinários.

Por fim, e não poderia ser diferente, cabe agradecer àqueles que agregaram conhecimento técnico essencial à publicação, em especial a Prof. Dra. Adriana Camargo de Brito, o Prof. Dr. André Luiz Gonçalves Scabbia, O Prof. Dr. Milton Braga e a Arquiteta Esp. Erica Dallariva.

introdução

As características técnicas dos veículos são determinantes para a delimitação dos espaços mínimos para manobra, circulação e estacionamento. Os veículos que compõem a frota nacional possuem as mesmas características técnicas que determinam a dirigibilidade, todavia há inúmeras legislações municipais contendo exigências diversas relativas aos espaços dos estacionamentos, sendo constatadas as ausências de uniformidade entre os regramentos e de demonstrativos técnicos capazes de conferir lastro às diferentes medidas legais requeridas em todo o País.

Confirmando a relevância da promoção dos estudos técnicos envolvendo as diretrizes dos projetos de estacionamento, não somente nas legislações municipais brasileiras, o Whole Building Design Guide (WBDG), site conduzido por profissionais do governo e do setor privado americano, patrocinado por importantes organismos daquele país, entre os quais os Departamentos de Defesa e de Energia e a Nasa, publicou estudo técnico sobre projeto de estacionamento elaborado pela United States Air Force (Usaf, 1998), assim como, na Alemanha, de acordo com Rudolf Eger (2013), as principais cidades, ao limitarem as ocupações das áreas centrais pelas construções de estacionamentos, exigem maior eficiência dos projetos de estacionamento.

A diversidade de regras exigidas nos projetos, impostas pelas legislações municipais e que determinam as dimensões das vagas, das áreas para manobra e das faixas de circulação dos veículos nos estacionamentos, não se justifica, já que os condicionantes para a determinação dos espaços dependem, principalmente, das características técnicas dos veículos comercializados, e não dos usuários.

A existência de normas técnicas nacionais aplicáveis ao projeto de estacionamentos em edificações residenciais, envolvendo a segurança dos usuários e a acessibilidade a pessoas em cadeiras de rodas ou com baixa mobilidade, impõe que os projetos atendam as mesmas exigências técnicas normativas, tornando necessário unificar as exigências técnicas para o regramento dos espaços em estacionamentos.

Concomitantemente às exigências técnicas oriundas das características dos veículos e das exigências de segurança e mobilidade, compete apontar os demais condicionantes para os projetos de estacionamento a serem compatibilizados com os principais projetos de um empreendimento residencial, em especial os projetos arquitetônicos e das instalações prediais.

Compete, a título de previsão não muito distante da atual realidade, e embora não sendo o enfoque deste livro, atentarmos às mudanças globais e aos impactos que deverão ser causados pelo desenvolvimento da tecnologia automotiva e pela alteração dos costumes das sociedades globalizadas.

O conceito dos veículos autônomos, realidade já experimentada e em desenvolvimento pela indústria automobilística mais tecnológica, em especial as indústrias americana e alemã, prevê que os veículos sejam guiados por sistemas lógicos computadorizados e interligados em redes avançadas de transmissão móvel, a serem guiados pelos satélites através dos sinais de GPS.

Não obstante a previsão da futura diminuição do número de vagas, a partir do surgimento dos aplicativos de transporte, dos veículos autônomos e do crescente uso das bicicletas e dos equipamentos mecânicos, que podem impactar em médio e longo prazos os projetos dos estacionamentos habitacionais, o atual estado da arte do mercado imobiliário, em que o número de vagas tende a se igualar ao número de moradores nas unidades habitacionais, valida a atual necessidade de formulação das diretrizes para projeto de estacionamento de veículos em edifícios residenciais, considerando requisitos e critérios das diversas legislações e normas nacionais, bem como as características da frota nacional de veículos e as necessidades dos usuários.

sumário

1. CONCEITO – 9
2. LEGISLAÇÕES – 12
 - 2.1 Legislações referentes ao trânsito/tráfego de veículos – 12
3. INSTRUÇÕES E NORMAS ESTRANGEIRAS – 34
 - 3.1 Projeto de estacionamento (Portugal) – 34
 - 3.2 Parâmetros críticos de projeto para garagens (Alemanha) – 39
 - 3.3 Considerações de projeto de estacionamento (Estados Unidos) – 44
4. NORMAS, REGULAMENTOS E INSTRUÇÕES TÉCNICAS NACIONAIS – 48
 - 4.1 NBR 9050 (ABNT, 2020b) – acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos – 48
 - 4.2 NBR 9077 (ABNT, 2001) – saídas de emergência em edifícios – 50
 - 4.3 Instruções Técnicas do Corpo de Bombeiros do Estado de São Paulo – 51
 - 4.4 NBR 5410 (ABNT, 2008) – instalações elétricas de baixa tensão – 53
 - 4.5 Instalações hidráulicas – 53
5. CARACTERÍSTICAS DA FROTA DE VEÍCULOS CIRCULANTE NO TERRITÓRIO NACIONAL – 55
 - 5.1 Comprimento, largura, altura e diâmetro de giro – 55
 - 5.2 Inclinação máxima das rampas – 63
6. ASPECTOS TÉCNICOS NÃO ABORDADOS EM NORMAS E LEGISLAÇÕES – 68
 - 6.1 Faixa de circulação em curva – 69
 - 6.2 Limitações impostas por elementos construtivos – 71
 - 6.3 Espaços de manobra (ou faixas de acesso) – 73
7. PROPOSTA E CRITÉRIOS TÉCNICOS PARA CRIAÇÃO DE VAGAS EM ESPAÇOS RESTRITOS NOS ESTACIONAMENTOS – 80

8.	DIRETRIZES DE PROJETO PARA ESPAÇOS DE ESTACIONAMENTO – 93
8.1	Comprimento das vagas – 95
8.2	Largura das vagas – 95
8.3	Altura das vagas – 106
8.4	Larguras das faixas de circulação – 108
8.5	Larguras das faixas de acesso às vagas – 110
8.6	Largura da faixa de circulação em curva – 117
8.7	Rampa admissível (inclinação máxima) – 122
8.8	Área de manobra – 127
8.9	Faixa protegida (circulação e acesso dos pedestres) – 127
8.10	Proteção aos acessos dos equipamentos prediais e de segurança – 128
9.	COMPILAÇÃO DAS DIRETRIZES – 131
10.	ATUAÇÃO DO ENGENHEIRO DIAGNÓSTICO – 135
10.1	Auditoria dos estacionamentos – 135
10.2	Consultoria técnica – 137
11.	PREVISÃO PARA UM FUTURO NÃO MUITO DISTANTE – 139
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS – 141



CONCEITO

Para a fundamentação desta publicação, foram realizadas pesquisas voltadas às legislações dos municípios brasileiros abrangendo tópicos relativos aos estacionamentos e verificadas as regulamentações criadas por órgãos oficiais federais ou estaduais responsáveis pelo trânsito e pela circulação dos veículos, assim como investigada a existência de publicações técnicas estrangeiras que pudessem agregar dados técnicos capazes de validar tudo quanto apurado no regramento nacional existente para as diretrizes de estacionamento. Isso comprova a proposição embrionária de que não há diferenças relevantes a serem consideradas nos espaços para estacionamento, manobra e circulação de veículos automotores entre as cidades de todo o mundo, especialmente no atual estado da arte em que as montadoras produzem veículos globais.

Tomando-se como fundamento básico a premissa de que os veículos possuem características técnicas similares em qualquer região do País, e que delas surgem as regras e as diretrizes de estacionamento, a segunda demanda dos estudos concentrou-se em pesquisar, dentro da frota nacional, as medidas dos veículos que circulam nas ruas e, por fim, ocupam os estacionamentos coletivos.

Tendo em vista as particularidades nas geometrias e nas limitações impostas pelas áreas dos estacionamentos confinados entre paredes, elementos estruturais ou quaisquer outras obstruções físicas circunvizinhas, foram desenvolvidos estudos técnicos parametrizados na experiência

dois

LEGISLAÇÕES

Não obstante a maioria dos principais municípios brasileiros possuírem legislação própria regrando os espaços de estacionamento, em especial os Códigos de Obras, as Leis de Uso e Ocupação do Solo e os Planos Diretores, cabe destacar o Código de Trânsito Brasileiro e os regramentos derivados de instituições de ordenamento público subordinadas, seguidoras dessa lei maior, particularmente o Departamento Nacional de Trânsito (Denatran), presidindo o Conselho Nacional de Trânsito (Contran) e o Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT).

Ainda que esta publicação tenha optado por buscar estudos técnicos desenvolvidos em diversas regiões do País, não há como evitar o destaque dos manuais e boletins técnicos da Companhia de Engenharia de Tráfego (CET), empresa da Prefeitura de São Paulo destinada ao gerenciamento e à fiscalização das vias urbanas da cidade que possui a maior frota circulante de veículos do País.

2.1 LEGISLAÇÕES REFERENTES AO TRÂNSITO/TRÁFEGO DE VEÍCULOS

2.1.1 Código de Trânsito Brasileiro (CTB – Lei nº 9.503, de 23 de setembro de 1997)

Cabe destacar alguns capítulos relevantes do Código de Trânsito para os estacionamentos coletivos em edificações:

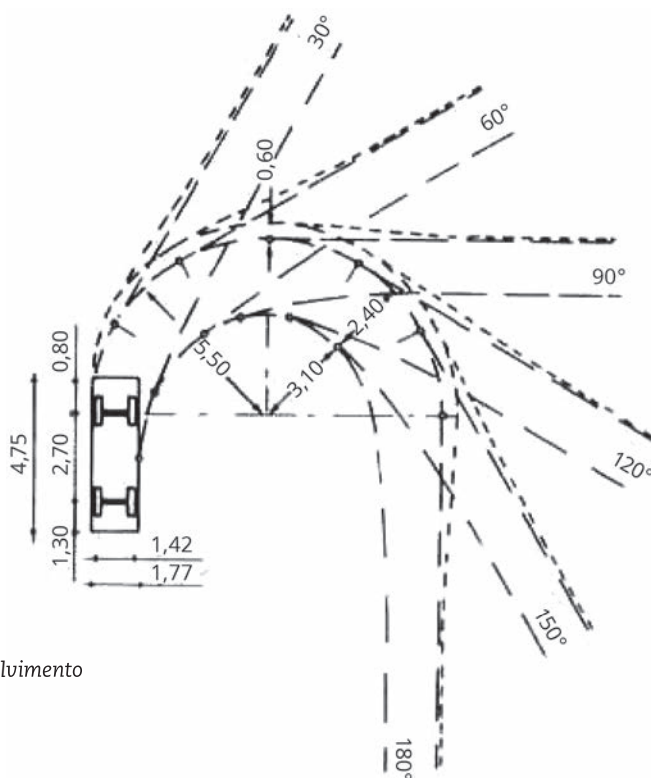


FIG. 2.13 Gabarito de desenvolvimento de curvas

Fonte: CET (entre 1983 e 1985).

Dimensões das vagas

Tab. 2.5 Dimensões mínimas de largura, comprimento e altura das vagas de estacionamento

	Tabela medidas das vagas	Largura da vaga (L VG) (90°)					Comprimento da vaga (C VG) (90°)					Altura da vaga (h VG)				
		Menor	Média	Maior	Caminhão	Deficiente	Menor	Média	Maior	Caminhão	Deficiente	Menor	Média	Maior	Caminhão	Deficiente
1	São Paulo/SP (COE 92)	2,00	2,10	2,50	3,10	3,50	4,20	4,70	5,50	8,00	5,50	2,10	2,10	2,30	3,50	2,30
2	São Paulo/SP (COE 17)		2,20	2,50	3,10	3,70		4,50	5,50	8,00	5,50					
3	Porto Alegre/RS (CE 92)		2,30					4,60								
4	Rio Grande/RS		2,40		3,50		4,50		5,00	10,00						
5	Belo Horizonte/MG (CE 09)		2,30					4,50								
6	Barueri/SP (CE 91)	2,20		2,50	3,00		4,50		5,00	8,00		2,00		2,00	3,20	

três

INSTRUÇÕES E NORMAS ESTRANGEIRAS

Após pesquisa em busca de estudos estrangeiros sobre projetos de estacionamentos coletivos, destacaram-se três trabalhos técnicos cujos dados permitem subsidiar as diretrizes técnicas das medidas dos estacionamentos, sendo uma dissertação do ano de 2008, *Projeto de um parque de estacionamento*, da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Lisboa, Portugal, de João Filipe Pires da Costa, um artigo técnico do ano de 2013 da revista *Gradevinar*, “*Critical Design Parameters for Garages*”, publicada pela Associação Croata de Engenheiros Civis (HSGI), com sede em Zagreb, Croácia, de autoria do Prof. Rudolf Eger, PhD. CE., e, por fim, um estudo técnico do ano de 1998, *Parking Design Considerations*, elaborado pela United States Air Force (Usaf) e publicado pelo Whole Building Design Guide (WBDG).

3.1 PROJETO DE ESTACIONAMENTO (PORTUGAL)

Em Costa (2008), cabe inicialmente destacar o capítulo que apresenta as disposições construtivas, entre as quais limitar a inclinação das rampas na ordem de 20%, com base em cálculos que consideram aderência da pavimentação e força de tração, respeitando-se obrigatoriamente a geometria dos veículos, especificamente as zonas críticas de colisão entre veículo e rampa, conforme ilustra a Fig. 3.1, demonstrando a importância das características físicas dos veículos, particularmente as distâncias entre eixos e a distância destes com as partes frontais e posteriores, bem como as alturas dos chassis ao solo.

3.2 PARÂMETROS CRÍTICOS DE PROJETO PARA GARAGENS (ALEMANHA)

O artigo de Eger (2013) demonstra o atendimento de parâmetros técnicos para pleno usufruto dos estacionamentos, incluindo medidas das vagas, larguras das vias, espaços necessários para manobra, declividades de rampas e circulação em curva, além da minimização das interferências físicas, tais como os pilares, procurando-se diminuir os riscos de os veículos sofrerem pequenos acidentes. De acordo com o escritor, a crescente importância do tema decorre das limitações governamentais para construções de estacionamentos nos centros das principais cidades alemãs, procurando-se o incentivo do transporte público, cuja elevada demanda exigiu maior eficiência nos então restritos espaços legais permitidos para a construção dos estacionamentos.

Em sequência, o artigo aborda a necessidade de o planejamento do estacionamento atender a maior parte dos veículos em circulação, determinando para tanto que as vagas possam abrigar cerca de 85% dos tamanhos dos veículos dos usuários, condição que por certo exige estudo estatístico da região a ser atendida. Demonstrando a importância em realizar estudos para alcançar as medidas da população veicular local, com vistas a um projeto ideal de estacionamento (na região de estudo e na contemporaneidade da idealização), o artigo, por meio da Tab. 3.1, apresenta dados que demonstram o aumento das dimensões dos veículos (desde 1975 até 2011), ao menos na Alemanha e nos demais países da Europa Central, observando que tal resultado contraria as amplas divulgações publicitárias dos carros compactos no período.

Tab. 3.1 Evolução das dimensões dos veículos

Ano	Comprimento (m)	Largura (sem espelhos) (m)	Altura (m)
1975/1991	4,70	1,75	1,50
2000/2005	4,74	1,76	1,51
2010/2011	4,77	1,84	1,67

Fonte: Eger (2013).

A Fig. 3.9 ilustra as medidas apuradas para o veículo-modelo/padrão, mediante compilação dos veículos na Alemanha no ano de 2010/11, considerando-se as quantidades de cada tamanho de todos os veículos adquiridos. O texto ressalta que, ao projetar estacionamentos entendidos como especiais, exemplificados por garagens em prédios de elevado padrão ou áreas/pavimentos destinados particularmente a

quatro

NORMAS, REGULAMENTOS E INSTRUÇÕES TÉCNICAS NACIONAIS

Independentemente de as legislações específicas sobre trânsito/tráfego de veículos regerem os espaços de circulação/manobra e as medidas das vagas dos veículos, diversas outras exigências técnicas legais, tais como oriundas das normas da ABNT, dos Corpos de Bombeiros e das concessionárias públicas, impõem restrições na ocupação ou no uso das áreas comuns e até mesmo determinam as dimensões das vagas, conforme a seguir discriminadas.

4.1 NBR 9050 (ABNT, 2020B) – ACESSIBILIDADE A EDIFICAÇÕES, MOBILIÁRIO, ESPAÇOS E EQUIPAMENTOS URBANOS

Norma técnica importante para pleno atendimento pelos projetistas, em razão de exigir condições seguras para acesso às áreas comuns em edificações residenciais por pessoas com deficiência ou com mobilidade reduzida (este autor entende como condição segura a existência de trajeto capaz de proteger o pedestre contra atropelamento, queda e qualquer acidente que provoque ferimento). Cabe nesta publicação destacar as exigências aplicáveis que permitem a perfeita mobilidade nos interiores dos estacionamentos, favorecendo, em especial, que cadeirantes ou pessoas com quaisquer limitações físicas possam transitar autonomamente nos interiores dos estacionamentos, particularmente em caminho aos seus veículos ou às vagas

cinco

CARACTERÍSTICAS DA FROTA DE VEÍCULOS CIRCULANTE NO TERRITÓRIO NACIONAL

Tomando-se como premissa que o presente livro poderá contribuir para o desenvolvimento dos projetos de estacionamento, foram pesquisados os sites das principais montadoras, em especial aquelas que expõem claramente os principais dados veiculares, e levantadas as medidas de veículos fabricados, na grande maioria, a partir do ano de 2018, escolhendo-se de forma igualitária veículos pequenos, médios e grandes, e ainda abrangendo as categorias dos veículos populares, intermediários e de luxo, o que possibilitou, assim, embasar esta publicação com um universo amostral minimamente representativo da atual frota nacional de veículos automotores particulares.

5.1 COMPRIMENTO, LARGURA, ALTURA E DIÂMETRO DE GIRO

Buscando dados técnicos dos veículos que trafegam nos municípios brasileiros e que determinam os espaços necessários nos estacionamentos, foram realizadas pesquisas com as montadoras de veículos instaladas no Brasil e de veículos importados que circulam nas ruas do País que disponibilizam dados nos seus sites, sendo confeccionada a Tab. 5.1, com os elementos básicos necessários a serem considerados nas diretrizes de projeto para estacionamento.

circulante (Fig. 5.2), buscando, assim, maior segurança ao limitar as inclinações das rampas mais íngremes dos estacionamentos.



FIG. 5.2 Ângulos diversos de entrada e saída conforme dados fornecidos

A Fig. 5.3 demonstra que as inclinações (ângulo α_1) para ingresso (ou ataque) e saída das rampas, obtidas de medidas específicas coletadas dos manuais dos proprietários elaborados pelas montadoras, não representam os pontos efetivos de tangenciamento dos perfis dos veículos com as superfícies das rampas, condição que admite maior inclinação (ângulo α_2), razão pela qual a Tab. 5.3 considerou os dados tabulados como “inclinação mínima admissível”.

Ainda que os percentuais mínimos admissíveis das inclinações, passíveis de serem calculados, geometricamente não representem os pontos efetivos de tangenciamento dos perfis dos veículos com as superfícies das rampas, em razão de as extremidades dos veículos aceitarem inclinações maiores, cabe ressaltar que os informes das montadoras servem de base para a previsão das inclinações máximas suportadas das rampas (efetivos ângulos de entrada ou saída).

A referida previsão das inclinações máximas suportadas das rampas pode ser obtida a partir da inserção de linhas imaginárias nas imagens dos veículos em perfil, conforme as Figs. 5.3 e 5.4. Essa previsão permite visualizar diferenças entre as inclinações admissíveis obtidas

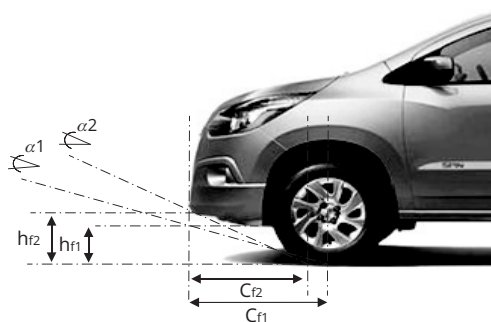


FIG. 5.3 Diferença entre o ângulo apurado com dados da montadora e o ângulo real

seis

ASPECTOS TÉCNICOS NÃO ABORDADOS EM NORMAS E LEGISLAÇÕES

Neste capítulo são apresentados diversos fatores condicionantes para a elaboração de projetos de estacionamento, não havendo, ao menos em face da pesquisa elaborada e transcrita no Cap. 2, explanações técnicas nas legislações municipais consultadas, em especial nos Códigos de Obras, nos Planos Diretores ou nas Leis de Uso e Ocupação de Solos, que permitam aos projetistas, e até mesmo aos agentes públicos responsáveis pelas aprovações e pela fiscalização de obras, o devido norteamento dos estudos a serem adotados visando que os estacionamentos em habitações coletivas atendam as necessidades impostas pelas características técnicas dos veículos, bem como pelas limitações e pela geometria dos espaços projetados.

Dessa forma, a seguir são apresentados norteamentos técnicos oriundos da experiência deste autor, decorrente da atuação profissional nas auditorias dos espaços dos estacionamentos, verificando as conformidades técnicas das medidas das vagas, das larguras das faixas de acesso, das circulações em curva e das exigências advindas das legislações edilícias, das normas técnicas e das instruções legais de entidades regulamentadoras e organismos oficiais.

Compete salientar que, exceto pelas legendas indicativas das fontes eventualmente consultadas, as ilustrações e as tabelas foram igualmente criadas em função da vivência prática e dos estudos desenvolvidos.

sete

PROPOSTA E CRITÉRIOS TÉCNICOS PARA CRIAÇÃO DE VAGAS EM ESPAÇOS RESTRITOS NOS ESTACIONAMENTOS

A condição dada ao diâmetro de giro como informe de projeto essencial da indústria automobilística e característica técnica principal limitadora para viabilizar as manobras dos veículos nos interiores dos estacionamentos determinou a realização de estudo para verificação prática do diâmetro de giro (Figs. 7.1 a 7.3), visando investigar desvios em relação aos informes passíveis de serem “garimpados” desse específico dado veicular, sendo, para tanto, promovidos ensaios em veículos de tamanhos distintos, precisamente veículos Fiat Uno, Ford Focus e Mitsubishi Outlander.

Ao final desse estudo, foi possível apurar discretas diferenças entre os diâmetros de giro informados pelas montadoras (DGf) e os diâmetros de giro aferidos na prática (DGa), concluindo-se, com base no resultado mais crítico, pela necessidade da inclusão de margem mínima de tolerância de 2,8% na medida informada pelas montadoras, desvio notadamente baixo, especialmente se consideradas as imprecisões das aferições realizadas (e que certamente responderam pela maior parte das diferenças entre os informes e o estudo prático).

De toda forma, este autor entende razoável adotar 5% de desvio em favor da segurança, independentemente da constatação positiva sobre a relativa precisão e confiabilidade dos dados informados pelas montadoras.

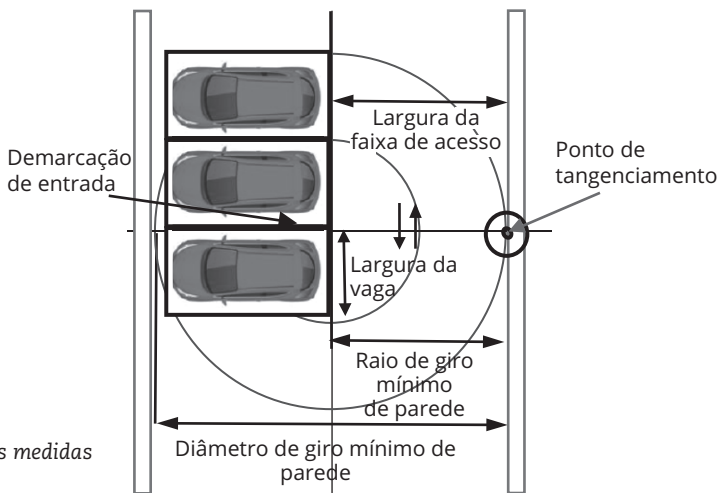


FIG. 7.4 Composição das medidas da faixa de acesso

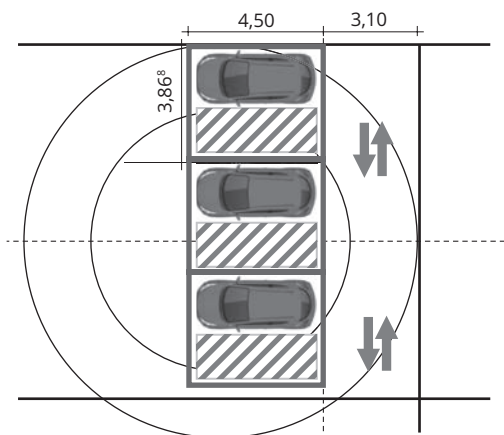


FIG. 7.5 Demarcação das vagas com faixas de acesso contendo larguras reduzidas

Tab. 7.1 Largura das vagas × largura das faixas de acesso (raio de giro = 5,5 m)

Largura da faixa (m)	Variação	Largura da vaga (m)	Variação	Diferença na variação
5,5	0,00%	2,2	0,00%	0,00%
5,4	1,82%	2,202	0,09%	0,00%
5,3	3,64%	2,206	0,27%	0,00%
5,2	5,45%	2,214	0,64%	0,00%
5,1	7,27%	2,224	1,09%	0,00%
5	9,09%	2,238	1,73%	0,01%
4,9	10,91%	2,255	2,50%	0,01%

oito

DIRETRIZES DE PROJETO PARA ESPAÇOS DE ESTACIONAMENTO

Com base na bibliografia apurada, em especial a legislação envolvendo circulação de veículos automotores, os estudos estrangeiros e as normas e as instruções técnicas edilícias, assim como os dados veiculares obtidos das montadoras, e até mesmo os ensaios práticos realizados para a obtenção dos diâmetros de giro, foram elaboradas as diretrizes unificadas com lastro técnico capaz de atender os projetos de estacionamentos habitacionais. Essas diretrizes seguem padrões nacionais e internacionais, conforme idealizado e explanado no início desta publicação, incluindo os estudos desenvolvidos decorrentes da experiência profissional em auditoria técnica de pavimentos destinados como garagens em projetos arquitetônicos de edifícios residenciais e comerciais.

Embora este livro tenha sido idealizado para a formulação de diretrizes de projeto para espaços de estacionamentos coletivos, embasado em dados veiculares, legislação vigente e estudos geométricos, cabe considerar que o usufruto dos estacionamentos coletivos, especialmente de uso privativo, possui relação direta com o poder aquisitivo dos usuários e, por consequência, no atual estado da arte da indústria automobilística globalizada, exige que edificações de elevado padrão contenham vagas de estacionamento que possam abrigar veículos sedãs e vans de luxo com elevadas dimensões, além de picapes urbanas. Tal condição sugere que as diretrizes técnicas apresentem classificações diferenciadas para os projetos, atendendo, assim, o público-alvo das

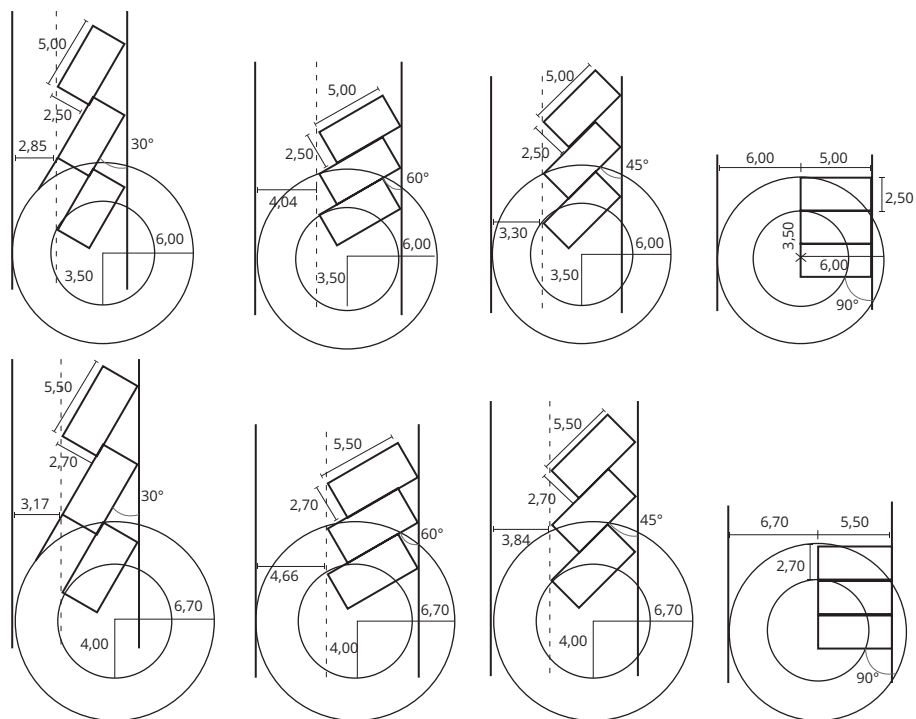


FIG. 8.12 Prancha das larguras das faixas de acesso às vagas a 30°, 45°, 60° e 90°

Tab. 8.5 Largura das faixas de acesso às vagas conforme ângulo de acesso

Ângulo de ingresso	Largura da faixa de acesso (m)		Largura considerada da faixa de acesso (m)	
	PN	PS	PN	PS
30°	2,85	3,17	3,00	3,25
45°	3,30	3,84	3,50	4,00
60°	4,04	4,66	4,25	4,75
90°	6,00	6,70	6,00	6,70

Buscando melhor ilustrar as manobras de ingresso às vagas, as Figs. 8.13 a 8.16, extraídas da prancha da Fig. 8.12, representam ingressos a 90° e 45° às vagas de estacionamento.

Outra disposição geométrica que pode ser empregada para a demarcação das vagas nos estacionamentos coletivos é aquela em que a vaga está posicionada em ângulo de 45° em relação ao sentido de deslocamento do veículo (Figs. 8.15 e 8.16), condição que, embora reduza a largura da faixa de circulação e facilite a manobra para estaciona-

nove

COMPILAÇÃO DAS DIRETRIZES

As legislações municipais avaliadas apresentaram espaços inadequados para a composição das diretrizes técnicas dos projetos de estacionamentos habitacionais, destacando-se as medidas das larguras das vagas, verificadas como inferiores ao mínimo apurado para o adequado estacionamento dos veículos disponíveis na frota nacional, permitindo concluir que nenhum projeto de estacionamento que atenda estritamente as medidas legais dos principais municípios brasileiros poderá assegurar o usufruto das vagas sem restrições, particularmente para os acessos aos interiores dos veículos.

Ratificando a deficiência técnica das diretrizes legalmente exigidas dos estacionamentos habitacionais, compete salientar que as larguras das faixas de acesso em 90° às vagas (ângulo de ingresso predominante nos estacionamentos habitacionais) foram informadas em apenas 70% das legislações pesquisadas e, desse montante, menos de 1% atendeu a medida mínima necessária. Vale ressaltar que se trata da segunda dimensão de maior importância nos projetos de estacionamento, não somente por ditar o grau de dificuldade para acesso às vagas, mas também em razão da área útil consumida que poderia ser ocupada por vagas de estacionamento.

Cabe igualmente mencionar a ausência de esclarecimentos, nas legislações presentes nos municípios brasileiros, sobre a importância de considerar as necessárias variações nas larguras das faixas de circulação dos veículos quando

dez

ATUAÇÃO DO ENGENHEIRO DIAGNÓSTICO

Erica Dallariva

A Engenharia Diagnóstica, composta por um conjunto de ferramentas (vistoria, inspeção, auditoria, perícia e consultoria), organiza a atuação de profissionais formados em áreas ligadas às edificações que atuam com estudos acerca das constatações, não conformidades normativas, manifestações patológicas, desempenho dos sistemas, e projetos especializados (a exemplo dos projetos de acessibilidade, de estacionamentos ou de recuperação estrutural, empregados como escopos das consultorias), entre outros.

Considerando os estudos técnicos apresentados nesta publicação, compete elucidar as prestações de serviço do Engenheiro Diagnóstico enfocando projetos de estacionamento.

Como exemplos de atuação, podem ser enunciadas as auditorias dos estacionamentos em relação às dimensões regradadas pelas legislações edilícias e/ou em relação aos projetos aprovados pela prefeitura e as consultorias técnicas voltadas às condições de acomodação das vagas na área dedicada ao estacionamento, neste caso buscando abrigar maior número de veículos e/ou melhorar as condições de segurança e conforto do usuário.

10.1 AUDITORIA DOS ESTACIONAMENTOS

Certamente, a prestação de serviço de maior responsabilidade ao Engenheiro Diagnóstico relacionado aos projetos de estacionamento é a correta interpretação das exigências técnicas legais indicadas nos Códigos de Obras, nas Leis de Uso e Ocupação do Solo e na legislação edilícia pertinente.

onze

PREVISÃO PARA UM FUTURO NÃO MUITO DISTANTE

O extraordinário avanço tecnológico, ao menos para a geração deste autor, em que veículos autônomos podem ser guiados por computadores orientados por sinais de GPS em redes móveis de transmissão, tecnologia ordinariamente prevista para disponibilização nas ruas do mundo inteiro ainda nesta década, deverá alterar o perfil dos cidadãos comuns que vivem nas grandes metrópoles, atualmente desestimulados em possuir carros próprios, pelos elevados custos despendidos e pela dificuldade em estacioná-los.

O cenário exposto, aliado à presente tendência cultural do uso de aplicativos em detrimento do carro próprio, ao franco desenvolvimento dos veículos autônomos e, mais recentemente, ao temor da aproximação entre pessoas desconhecidas (em razão das infecções virais), aponta para a tendência natural da eliminação dos motoristas e dos veículos individuais, condição que deverá impactar as diretrizes dos projetos de estacionamento no futuro, ao permitir a redução na quantidade das vagas nas edificações coletivas residenciais, uma vez que os veículos deverão estar, na maior parte do tempo, em uso e somente parados durante a realização dos serviços de manutenção, e, mesmo assim, muito provavelmente, em estacionamentos coletivos externos aos empreendimentos habitacionais.

Cabe ainda incluir, nas adaptações dos projetos de estacionamento, as mudanças nas condutas e nos estilos de vida da população global, particularmente os evidenciados