

CARTILHA BIM

VOLUME 3

**VERTICALIZAÇÃO E
SUSTENTABILIDADE NA
CONSTRUÇÃO CIVIL**



SINDUSCON

Balneário Camboriú e Camboriú



GET-BIM
SINDUSCON

Balneário Camboriú e Camboriú



SINDUSCON

Balneário Camboriú e Camboriú

CARTILHA BIM

VOLUME 3

VERTICALIZAÇÃO E SUSTENTABILIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL



GET-BIM
SINDUSCON
Balneário Camboriú e Camboriú

2025

FICHA TÉCNICA

REALIZAÇÃO

GET BIM - Grupo de Estudos Técnicos

Sinduscon de Balneário Camboriú e Camboriú

COORDENAÇÃO

Ellen Stefania Viera Tambosetti

Engenheira Civil e Sócia Fundadora da Fernandez Viera Engenharia e Consultoria

COMITÊ REVISOR

Carolina Zart

Engenheira Civil e Especialista em Mentalidade Digital e Cultura de Dados na FG Empreendimentos.

Ellen Stefania Viera Tambosetti

Engenheira Civil e Sócia Fundadora da Fernandez Viera Eng. & Consultoria

Jonas Costa Dotta

Diretor administrativo Itapuú Incorporadora

EQUIPE TÉCNICA

Cirineu Carvalho

Arquiteto e Urbanista Gerente de Projetos Construtora Ipex

Ellen Stefania Viera Tambosetti

Engenheira Civil e Sócia Fundadora Fernandez Viera Eng. & Consultoria

Gustavo Spricigo

Eng. Civil e Diretor de engenharia na PROEDi Empreendimentos.

Larissa Telli Palma

Engenheira Civil na Orla Construtora

Lilian Pietrovski

Arquiteta e Urbanista, Proprietária de Lilian Pietrovski Arquitetura e Sócia Fundadora da ArqVert - Arquitetura Vertical

Moacir de Oliveira Junior

Mestre em Computação Aplicada - Engenheiro Civil CEO na VIPTEC Soluções CAD & BIM e professor na UNIVALI e UNIAVAN

Pamela Pilonetto

Arquiteta e Urbanista na Orla Construtora

Jorge L. S Andrade

Eng. Civil e Diretor de Aprovações no escritório de arquitetura Bold

CONVIDADOS

Aline Schroth Beuther

Eng. Civil e Consultora de Sustentabilidade na Petinelli

Gian Franco Werner

Diretor técnico/Comercial - Ecourbana Acústica e Meio Ambiente.

Jonas Costa Dotta

Diretor administrativo Itapuú Incorporadora

Pedro Felipe Kappaun

Sócio Fernandez Viera Engenharia & Consultoria

Rogério Lima

Diretor acadêmico da Zigurat Institute of Technology e Sócio Fundador da AECOTECH Consultoria

Rogério Suzuki

Sócio Fundador Vistta/S Consultoria

PALAVRA DO PRESIDENTE

O BIM já é uma realidade concreta na construção civil. Não falamos de uma promessa futura ou de um recurso restrito a poucos, mas de uma metodologia que já transforma, diariamente, a forma como projetamos, executamos e gerimos obras. No Sinduscon, entendemos que incorporá-lo aos processos não é uma questão temporal — é uma decisão estratégica sobre a forma de fazê-lo para alcançar o máximo de resultados.

Ao longo dos últimos anos, vimos essa metodologia avançar rapidamente no Brasil e no mundo, consolidando-se como um padrão capaz de elevar a qualidade, reduzir desperdícios e oferecer previsibilidade em todas as etapas de um empreendimento. O BIM integra informações com precisão, antecipa soluções, identifica inconsistências antes que elas se tornem problemas e proporciona um controle rigoroso de prazos, custos e recursos. É a ponte que encurta a distância entre o projeto idealizado e a execução perfeita.

Para empresas e profissionais que buscam eficiência e competitividade, o BIM não é mais um diferencial: é a base sobre a qual se constrói um negócio preparado para os desafios atuais e para as exigências de um mercado cada vez mais técnico e focado. E quanto antes for absorvido e aplicado de forma inteligente, mais cedo seus benefícios se traduzem em resultados concretos.

Esta terceira edição da Cartilha BIM, produzida pelo GET-BIM do Sinduscon, nasce com esse propósito: apoiar a implantação e o aperfeiçoamento dessa metodologia em empresas de todos os portes, oferecendo informações práticas, exemplos aplicados e insights valiosos para inspirar e orientar gestores, técnicos e equipes. É um instrumento de transformação, feito para servir de apoio na tomada de decisões e no aprimoramento contínuo.

Cada página foi pensada para ampliar a compreensão do BIM e mostrar, de forma clara, como ele pode ser adaptado à realidade, trazendo ganhos em produtividade, qualidade e competitividade. Trata-se de uma leitura estratégica, que vai além do conhecimento técnico e aponta para uma relevante mudança de mentalidade.

O BIM já molda o presente da construção civil. E quem compreende essa questão não adia a decisão de agir. Por isso, convidamos você a dedicar tempo e atenção a este conteúdo, absorver o que ele tem de melhor e aplicar no seu dia a dia. Porque, em nosso setor, o amanhã é conquistado por quem se move hoje.



Carlos Haacke
Presidente do Sinduscon de
Balneário Camboriú e Camboriú

PALAVRA DA PRESIDENTE DO GET-BIM

É com grande satisfação que apresentamos a Cartilha Volume III, elaborada pelo GET-BIM (Grupo de Estudos Técnicos em BIM) do Sinduscon de Balneário Camboriú e Camboriú. Esta publicação foi cuidadosamente desenvolvida para compartilhar informações essenciais sobre a aplicação do BIM (Building Information Modeling) e da Inteligência Artificial na construção civil. Nosso objetivo é oferecer referências práticas e conceituais que apoiem os profissionais do setor na inovação, na otimização de processos e na promoção de uma construção mais eficiente, sustentável e alinhada às demandas do mercado atual.

Esta cartilha está sendo lançada durante a Feira Construir AI, um espaço dedicado à difusão de tecnologias e tendências que transformam a indústria da construção. Além disso, trazemos um compilado dos workshops realizados em nosso lounge no Sinduscon, os quais aprofundaram temas essenciais, como verticalização e sustentabilidade, proporcionando discussões ricas e alinhadas aos desafios atuais do setor.

Acreditamos que a integração de tecnologia, inovação e sustentabilidade é fundamental para construir não apenas edificações, mas também um futuro mais consciente e produtivo. Esperamos que esta cartilha seja uma ferramenta útil para todos os profissionais que, como nós, buscam excelência e transformação na construção civil.



Ellen Stefania Viera Tambosetti
Presidente do Grupo GET-BIM

EQUIPE TÉCNICA



Carolina Zart
Engenheira Civil



Cirineu Carvalho
Arquiteto e Urbanista



**Ellen Stefania Viera
Tambosetti**
Engenheira Civil



Gustavo Spricigo
Engenheiro Civil



Jonas Costa Dotta
Diretor Administrativo



Jorge L. S. Andrade
Engenheiro Civil



Larissa Telli Palma
Engenheira Civil



Lilian Pietrovski
Arquiteta e Urbanista



Moacir de Oliveira Junior
Engenheiro Civil



Pamela Pilonetto
Arquiteta e Urbanista

CONVIDADOS



Aline Schroth Beuther
Engenheira Civil

Gian Franco Werner
Diretor Técnico/Comercial



Pedro Felipe Kappaun
Engenheiro Civil

Rogério Lima
Arquiteto e Urbanista



Rogério Suzuki
Arquiteto

AGRADECIMENTO
AOS PATROCINADORES

CECHINEL

INCORPORADORA

CIAPLAN

PLANEJAMENTO E CONSTRUÇÕES



NEUHNYS

Incorporadora

Rossi

Materiais Elétricos & Iluminação

APOIADORES



LILIAN PIETROVSKI
A R Q U I T E T U R A



APOIADORES



petinelli



1. BIM 4D NA OBRA - POSSIBILIDADES E APLICAÇÕES REAIS.....	13
1. O BIM como elemento habilitador.....	15
2. Modelagem autoral.....	15
3. Cronograma e Gestão de Atividades.....	17
4. Considerações finais.....	18
2. INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NO CANTEIRO DE OBRAS: OPORTUNIDADES.....	19
1. Conceito geral de Inteligência Artificial.....	19
2. Aplicações de Inteligência Artificial em canteiros de obras.....	20
2.1 Monitoramento de segurança com visão computacional.....	20
2.2 Previsão de atrasos no cronograma.....	21
2.3 Otimização da logística de materiais.....	21
2.4 Inspeção automatizada de qualidade.....	21
3. Integração da IA com o BIM no canteiro de obras.....	21
4. Considerações finais.....	22
3. OTIMIZANDO FLUXOS IFC COM SIMPLE BIM.....	23
1. SIMPLEBIM: Elevando a qualidade e a interoperabilidade dos dados BIM.....	24
2. Benefícios essenciais do SIMPLEBIM.....	24
4. USO DA PROGRAMAÇÃO VISUAL NA VALIDAÇÃO DE PROJETOS E MODELOS BIM.....	26
1. O modelo BIM como fonte de informação.....	26
2. O que é programação visual.....	27
3. Programação visual na validade de modelos BIM.....	27
4. Programação visual na análise de projetos.....	28
5. Como a IA pode colaborar com a programação visual.....	28
6. Considerações finais.....	29
5. RUÍDO AMBIENTAL: CRITÉRIOS, AVALIAÇÃO E APLICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO CIVIL....	30
1. O problema enfrentado pelas construtoras.....	30
2. O que diz a Norma ABNT 10151 e legislação ambiental.....	31
3. Como avaliar e gerenciar conflitos do ruído ambiental.....	32
6. DA APROVAÇÃO AO SELO VERDE - SUSTENTABILIDADE COM CONFIANÇA.....	34
1. Quem somos e o que enfrentamos.....	34
2. Do papel ao digital - A transição turbulenta.....	34
3. Aprovação de projetos - A base invisível que sustenta Balneário Camboriú.....	35
4. Green Building - Construindo melhor com Selo Verde.....	36

7. FAMÍLIAS BIM - CASE, CRIAÇÃO DA BIBLIOTECA DIGITAL WEIKU.....	38
1. Detalhamento e representação gráfica.....	38
1.1 Níveis de detalhamento (LOD).....	38
1.2 Detalhes de visibilidade e representação gráfica.....	39
1.3 Dimensões, afastamentos e tolerâncias de instalação.....	39
1.4 Diversos tipos e mecanismos de abertura.....	39
2. Materiais e acabamentos.....	40
3. Parametrização.....	40
3.1 Flexibilidade de tamanhos e tipos.....	40
4. Modularidade, componentização, escalabilidade e reutilização.....	41
5. Documentação e anotação.....	41
6. Testes.....	42
7. Considerações finais.....	42
8. MANUTENÇÃO PREVENTIVA - ENTRE O REPARO E A REPUTAÇÃO: O PODER DO PÓS-OBRA BEM FEITO.....	43
1. A mentira que contamos para nós mesmos.....	43
2. O verdadeiro papel do setor de pós-obra.....	43
3. Os 3 pilares de um pós-obra sustentável.....	44
3.1 Processo bem definido.....	44
3.2 Equipe com perfil certo.....	44
3.3 Tecnologia como apoio estratégico.....	44
4. O Custo do não pós-obra.....	44
5. O cliente não é inimigo - Ele só está frustrado.....	44
6. Educar é melhor que atender.....	44
7. O pós-obra com inteligência de negócio.....	45
8. Casos reais e o que aprendemos com eles.....	45
8.1 Não era defeito. Era falta de instrução.....	45
8.2 Não está no sistema. Não aconteceu.....	45
9. O construtor que acompanha depois do tijolo.....	45
10. O Manual do Proprietário como ferramenta de prevenção e transparência.....	46
9. DO PROJETO À OBRA: IMPLANTAÇÃO EFICIENTE DE FACHADAS VENTILADAS.....	47
1. Introdução.....	47
2. O que é fachada ventilada.....	47
3. Condicionantes para o uso do sistema.....	48
4. Tecnologias e tendências.....	48
5. Como é projetado.....	48
6. Comparativo de custo com fachadas convencionais.....	49
7. Vantagens em Retrofit.....	49
8. Desvantagens e desafios.....	49
9. Considerações finais.....	50

Figura 1: Dados da pesquisa de digitalização	13
Figura 2: Dados da pesquisa de digitalização	14
Figura 3: Alavancas de produtividade na construção	14
Figura 4: Software de Modelagem Autoral ArchiCAD	15
Figura 5: Site do buildingSMART Data Dictionary	16
Figura 6: Exemplo de hipermodelagem (inclusão de itens de fabricação)	16
Figura 7: Prisma de divisão de uma construção com parâmetros herdados	16
Figura 8: Auto-matching a partir de elementos coincidentes no Synchro 4D PRO	17
Figura 9: Organização de cores para representar Recursos	17
Figura 10: Uso de Advanced Working Package-AWP - no Synchro 4D PRO	18
Figura 11: Exemplo de imagem utilizada para treinamento de modelos de IA de Visão Computacional	20
Figura 12: Fluxo de informações BIM ao longo do processo de desenvolvimento de projetos	23
Figura 13: Extração de tabelas a partir de IFC do Simplebim	25
Figura 14: Representação gráfica da esquadria em corte	39
Figura 15: Representação de tipos e mecanismos de abertura	40
Figura 16: Tipologias de vidros	40
Figura 17: Componentes de folhas e persianas	41
Figura 18: Quadro de esquadrias	41
Figura 19: Componentes da esquadria	42
Figura 20: Infraestrutura de gás e tubulação para cabeamento sob fachada ventilada	49

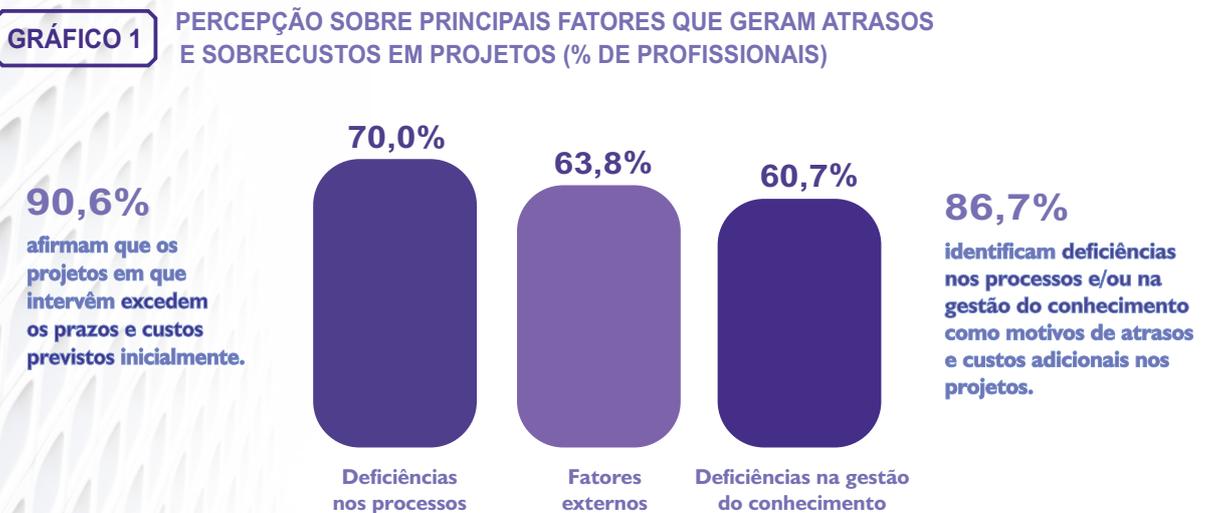
BIM 4D NA OBRA

POSSIBILIDADES E APLICAÇÕES REAIS

ROGÉRIO SUZUKI,
mestre em Inovação na Construção e
diretor da Vista|S Consultoria

APRESENTAÇÃO

De acordo com uma pesquisa liderada pelo BIM Fórum Brasil (BFB) em 2024, para medir o avanço da digitalização na indústria da construção no Brasil, mais de 90% dos projetos excedem prazos e custos originariamente previstos:



Fonte: elaboração própria (2024)

Figura 01: Dados da pesquisa de digitalização
Fonte: BFB, 2024.

Além disso, aponta que pouco se utiliza de métodos e processos de Gestão de Projetos básicos como ferramentas de planejamento, ou se estrutura de forma adequada a informação – notadamente classificação e/ou padronização, como podemos ver no gráfico abaixo da mesma pesquisa:

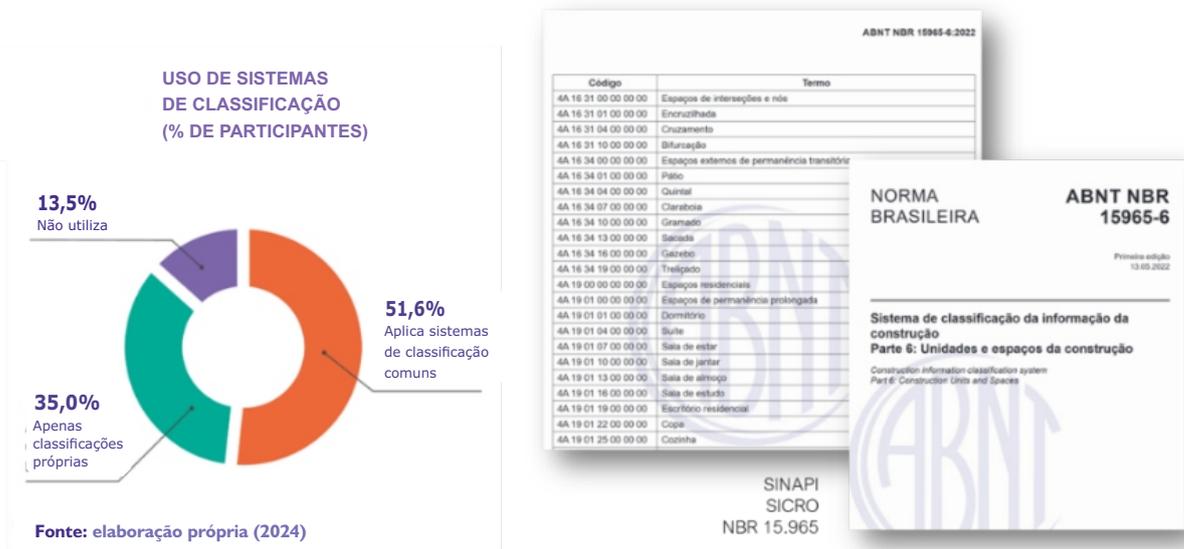


Figura 02: Dados da pesquisa de digitalização
Fonte: BFB, 2024.

Por outro lado, estudos da consultoria EY em parceria com a USP apontam o BIM e o planejamento de recursos e materiais (em curto, médio e longo prazos) como ferramentas alavancadoras da produtividade na construção, ao trazerem previsibilidade e alinhamento com a cadeia de suprimentos e o canteiro.

Quadro 1. Alavancas de produtividade

Essa organização de sete alavancas relevantes de produtividade visa possibilitar que as empresas e os profissionais visualizem e avaliem os esforços para ganhos de produtividade de maneira abrangente.

Alavancas de produtividade	Descrição resumida e exemplos de elementos envolvidos
1. Planejamento da execução de empreendimentos	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Planejamento da necessidade de recursos e de materiais em diferentes horizontes de planejamento (curto, médio e longo prazo) ▶ Processos estruturados de atualização do planejamento conforme a execução ▶ Escritório integrado de gestão de projetos (PMO - Project Management Office) ▶ Aplicação de softwares tipo BIM (Building Information Model)

Figura 03: Alavancas de produtividade na construção
Fonte: EY e USP, 2015.

Mas como aplicar esses conceitos na prática? O que o BIM pode proporcionar de melhoria no dia a dia dos canteiros de obras?

1. O BIM COMO ELEMENTO HABILITADOR

Quando se utiliza o potencial da Modelagem da Informação da Construção (BIM) na Modelagem Autoral, planejamento e extração de quantitativos – somente para enumerar alguns usos – cria-se um ambiente com inúmeras possibilidades de aplicação, permitindo desenvolver projetos e obras de alta qualidade, concluídos dentro dos prazos e custos estabelecidos.

Conhecer as alternativas de plataformas tecnológicas – mas, principalmente, fazer uso de tais opções – garante um projeto mais previsível e reduz o risco do negócio.

Além disso, o investimento no processo de desenvolvimento, tanto da Modelagem BIM como do planejamento, cria as bases sólidas de gestão de projetos – condição *sine qua non* de sucesso nos empreendimentos de construção.

2. MODELAGEM AUTORAL

Base para o desenvolvimento de todos os Usos BIM, a Modelagem Autoral deve ser estruturada para dar apoio a todos os processos que dela dependem – informações e parâmetros dos componentes e Modelos BIM – a fim de que sejam, de fato, úteis e acessíveis.

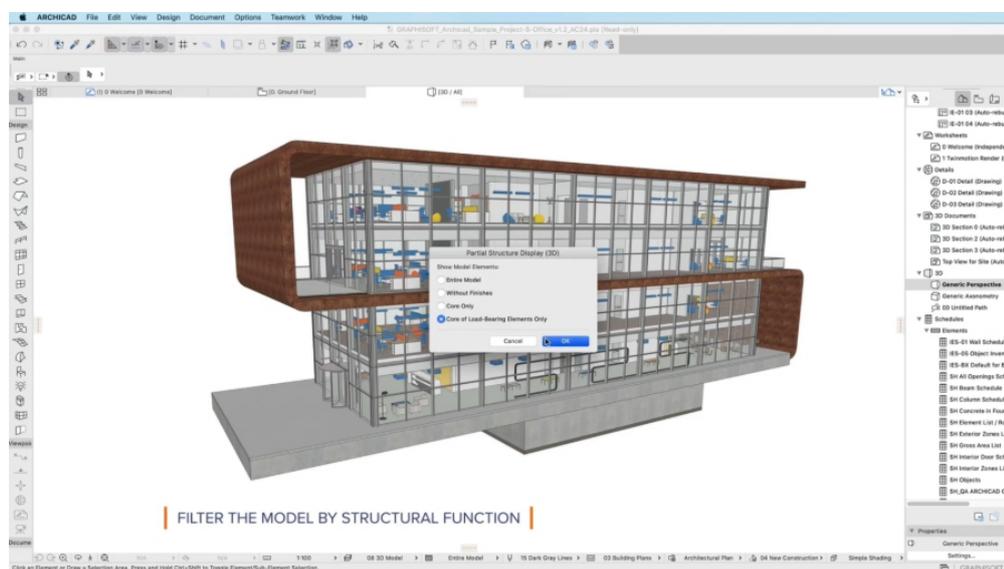


Figura 04: Software de Modelagem Autoral ArchiCAD
Fonte: Graphisoft, 2024.

Para tanto, devemos ter os dados bem organizados e classificados dentro de padrões e normas de indústria, para acelerar a integração entre as diversas ferramentas BIM. A seguir, podemos ver alguns termos definidos pela buildingSMART International, em seu serviço de validação de modelos IFC, denominado bsDD.

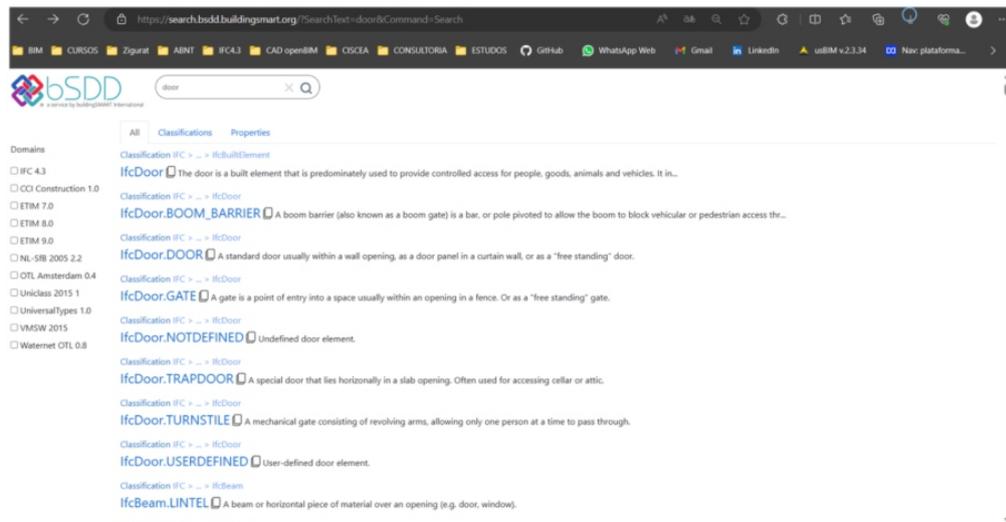


Figura 05: Site do buildingSMART Data Dictionary
Fonte: buildingSMART, 2025.

É comum ainda no mercado casos de “hipermodelagem”, ou seja, modelagem com complexidade acima da necessidade para os usos determinados, como podemos ver no exemplo abaixo:

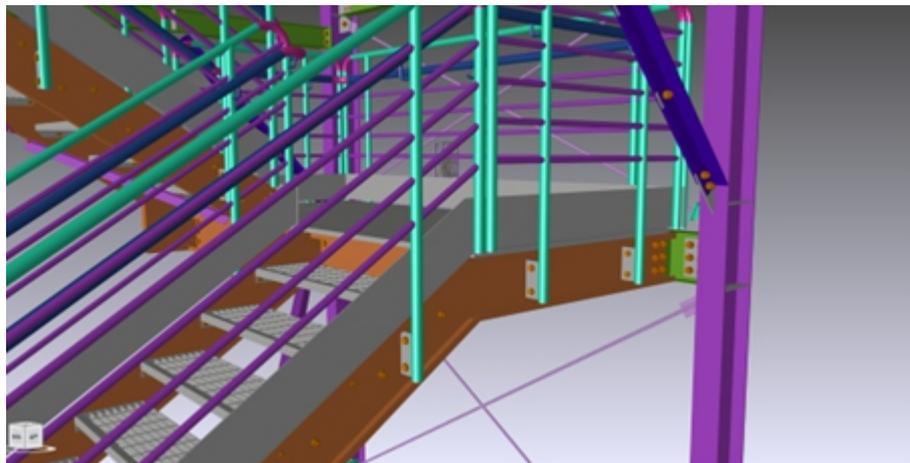


Figura 06: Exemplo de hipermodelagem (inclusão de itens de fabricação)
Fonte: Autor, 2025.

A partir dos modelos autorais e das diversas definições de planos de ataque, devemos promover a setorização dos modelos “quebrando-os” em porções de elementos para adequar a fatores como jogos de formas, ou ainda da quantidade de recursos de mão de obra e equipamentos:

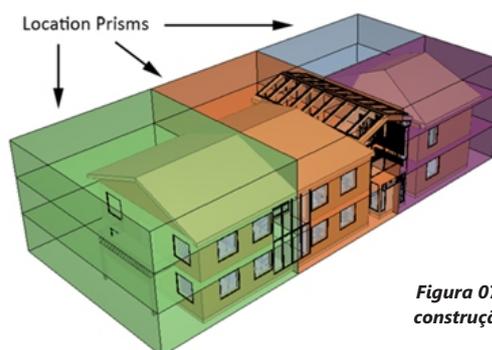


Figura 07: Prismas de divisão de uma construção com parâmetros herdados.
Fonte: Autor, 2025.

3. CRONOGRAMAS E GESTÃO DE ATIVIDADES

Outra questão importante é a utilização de cronogramas adequados ao propósito do empreendimento em questão, com padrões de informações que facilitem a integração com o Modelo BIM de forma rápida, usando processos de automação:

Correspondência Autom. (recursos p/ atividades)

Regras
 Fundação

Operações
 Buscar Limpar **Atribuídos** Fechar

#	Recurso	Atividade	Perfil de ...
1	VIGA RETANGULAR-VIGA BALDRAME:4335895_ (#...	Vigas (IfcBeam) - 3E 10 02 10 00 00 00	Instalar
2	Laje de fundação-LAJE DE PISO - 10.4358329_ (#13...	Lajes (IfcSlab) - 3E 10 02 08 00 00 00	Instalar
3	VIGA RETANGULAR-VIGA BALDRAME:4399279_ (#...	Vigas (IfcBeam) - 3E 10 02 10 00 00 00	Instalar
4	BLOCO DE FUNDAÇÃO - BASE:100X100X75.43988...	Blocos (IfcFooting) - 3E 10 02 02 00 00 00	Instalar
5	VIGA RETANGULAR-VIGA BALDRAME:4338140_ (#...	Vigas (IfcBeam) - 3E 10 02 10 00 00 00	Instalar
6	BLOCO DE FUNDAÇÃO - BASE:100X100X75.43984...	Blocos (IfcFooting) - 3E 10 02 02 00 00 00	Instalar
7	ESTACAS - FUNDAÇÃO:700mm:4332662_ (#124429)	Estacas (IfcPile) - 3E 10 04 02 00 00 00	Instalar
8	ESTACAS - FUNDAÇÃO:400mm:4354914_ (#114619)	Estacas (IfcPile) - 3E 10 04 02 00 00 00	Instalar
9	VIGA RETANGULAR-VIGA BALDRAME:4336243_ (#...	Vigas (IfcBeam) - 3E 10 02 10 00 00 00	Instalar
10	VIGA RETANGULAR-VIGA BALDRAME:4334103_ (#...	Vigas (IfcBeam) - 3E 10 02 10 00 00 00	Instalar
11	VIGA RETANGULAR-VIGA BALDRAME:4399423_ (#...	Vigas (IfcBeam) - 3E 10 02 10 00 00 00	Instalar

Figura 08: Auto-matching a partir de elementos coincidentes no Synchro 4D PRO
 Fonte: Autor, 2025.

Igualmente dessa forma, terminologias e padrões de nomenclaturas bem organizados facilitam a criação de elementos de gestão da informação, especialmente em projetos complexos, como filtros ou visualizações temáticas:

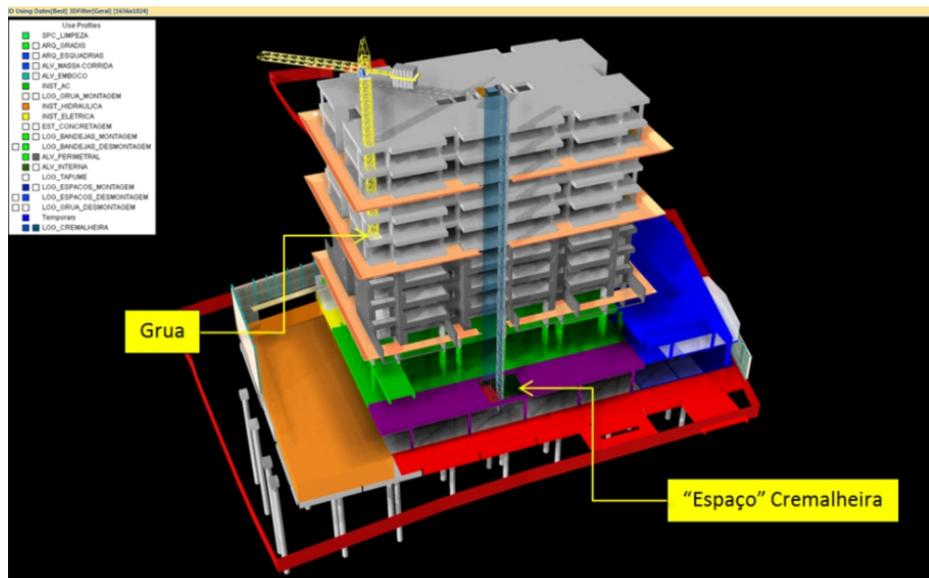


Figura 09: Organização de cores para representar Recursos
 Fonte: Autor, 2018.

Finalmente, recomenda-se unir o Planejamento BIM4D com metodologias e filosofias (Lean Construction, AWP etc.) que preconizam e incentivem questões orientadas à “terminalidade” e à integração entre os diversos agentes de um empreendimento, tais como cadeia de suprimentos, equipes de mão de obra e materiais.

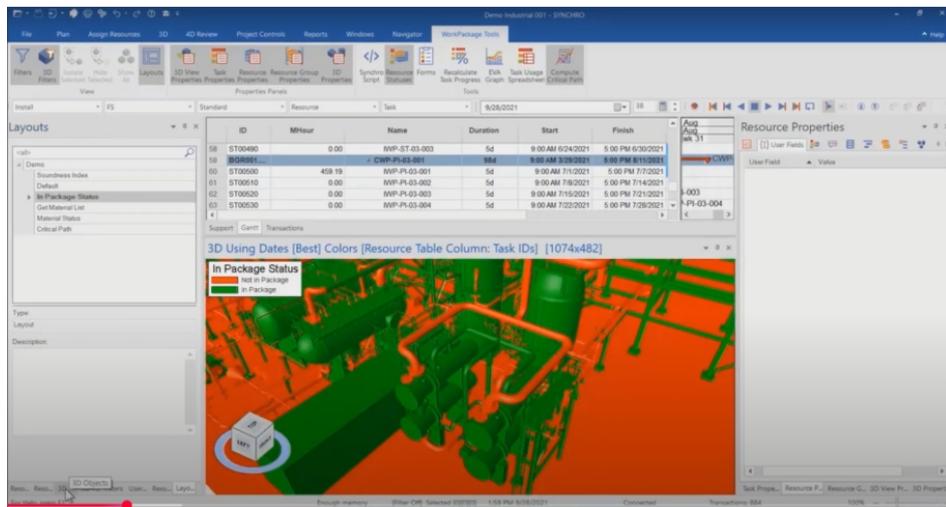


Figura 10: Uso de Advanced Working Package -AWP – no Synchro 4D PRO
Fonte: Bentley, 2020.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A criação de um ambiente integrado e padronizado de informações é a peça-chave para garantir um fluxo contínuo e eficiente de trocas de dados. Além disso, o conhecimento de boas práticas e filosofias de Gestão de Projetos agrega ao BIM um potencial enorme de processos de real valor à gestão de obras e empreendimentos.

INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

NO CANTEIRO DE OBRAS: OPORTUNIDADES

ROGÉRIO LIMA,
*sócio fundador da AECOTECH Consultoria e Diretor
acadêmico na ZIGURAT INSTITUTE OF TECHNOLOGY*

1. CONCEITO GERAL DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

A Inteligência Artificial (IA) é um campo de pesquisa da ciência da computação que se dedica ao desenvolvimento de sistemas capazes de desempenhar tarefas que, até recentemente, eram exclusivas da cognição humana. Essas tarefas envolvem desde a percepção sensorial, como o reconhecimento de imagens e sons, até atividades de raciocínio complexo, como tomada de decisões, previsão de cenários e resolução de problemas. A área fundamenta-se em disciplinas como aprendizado de máquina (machine learning), redes neurais artificiais, lógica computacional, otimização matemática e estatística.

O termo "inteligência" no contexto computacional refere-se à capacidade de processar informações, aprender padrões a partir de dados e agir de forma adaptativa. Diferentemente de sistemas computacionais tradicionais, que executam apenas instruções predefinidas, a IA pode ajustar seu comportamento com base na experiência acumulada, aumentando sua precisão e relevância à medida que recebe novos dados. Essa característica confere um papel estratégico à IA na construção civil, onde variáveis como clima, disponibilidade de materiais e variações no rendimento de mão de obra influenciam diretamente o andamento das atividades.

No canteiro de obras, a aplicação de IA vai além da simples automação de processos, incorporando métodos analíticos capazes de antecipar problemas e sugerir soluções. Isso representa uma transição do modelo reativo, no qual ações corretivas são tomadas após a ocorrência de falhas, para um modelo proativo, baseado na previsão e prevenção.

2. APLICAÇÕES DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL EM CANTEIROS DE OBRAS

A complexidade operacional de um canteiro de obras demanda um controle rigoroso de variáveis e uma gestão ágil para lidar com imprevistos. Nesse cenário, a IA oferece soluções que não apenas aumentam a eficiência, mas também ampliam a segurança e reduzem desperdícios. Entre as aplicações mais promissoras, destacam-se sistemas de visão computacional para segurança, modelos preditivos para gestão de cronogramas, algoritmos para otimização logística de suprimentos e inspeção automatizada de qualidade.

2.1 MONITORAMENTO DE SEGURANÇA COM VISÃO COMPUTACIONAL

No contexto de segurança, a IA é empregada por meio de sistemas de visão computacional alimentados por redes neurais convolucionais capazes de analisar imagens e vídeos em tempo real. Câmeras estrategicamente posicionadas no canteiro de obras identificam, por exemplo, trabalhadores sem Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) adequados ou em áreas de risco não autorizadas. Quando detectada uma inconformidade, o sistema emite alertas automáticos à equipe de segurança. Essa aplicação reduz significativamente o tempo entre a ocorrência de um ato inseguro e a intervenção corretiva, minimizando o risco de acidentes. Além disso, a análise histórica das imagens permite identificar padrões comportamentais que possam indicar necessidade de treinamento ou readequação de procedimentos.



Figura 11: Exemplo de Imagem utilizada para treinamento de modelos de IA de Visão Computacional:
Fonte: <https://www.kaggle.com/datasets/adilshamim8/safety-helmet-detection-for-construction-sites>

2.2 PREVISÃO DE ATRASOS NO CRONOGRAMA

Outra aplicação relevante é a utilização de modelos preditivos, como algoritmos de aprendizado supervisionado, para identificar atrasos potenciais no cronograma. Esses modelos utilizam, como insumos, dados históricos de projetos anteriores, informações meteorológicas, indicadores de produtividade e registros de abastecimento de materiais. Ao cruzar essas variáveis, o sistema é capaz de gerar previsões e recomendar ajustes na sequência de execução ou na alocação de recursos. Essa abordagem permite a detecção antecipada de gargalos, proporcionando tempo hábil para que a equipe de gestão adote medidas preventivas.

2.3 OTIMIZAÇÃO DA LOGÍSTICA DE MATERIAIS

A logística de suprimentos em um canteiro de obras envolve a coordenação precisa entre fornecedores, equipes de transporte e frentes de trabalho. A IA pode atuar nesse processo por meio de algoritmos de previsão de demanda que analisam dados de consumo diário, lead time de entrega e cronogramas de execução para antecipar necessidades de materiais. Sistemas mais avançados integram sensores IoT em depósitos e almoxarifados, permitindo o monitoramento do estoque em tempo real e a reposição automática com base em parâmetros definidos. Essa integração evita paralisações por falta de insumos e reduz custos com armazenamento excessivo.

2.4 INSPEÇÃO AUTOMATIZADA DE QUALIDADE

Tradicionalmente, a inspeção de qualidade exige a presença física de engenheiros e técnicos para verificação do trabalho executado. Com a IA, essa tarefa pode ser parcialmente automatizada por meio do uso de drones equipados com câmeras de alta resolução e algoritmos de visão computacional. Esses sistemas realizam varreduras periódicas do canteiro e comparam as imagens capturadas com o modelo digital da obra, identificando desvios dimensionais, falhas de acabamento e não conformidades em relação às especificações de projeto. Essa capacidade de detecção precoce reduz custos de retrabalho e aumenta a confiabilidade do processo construtivo.

3. INTEGRAÇÃO DA IA COM O BIM NO CANTEIRO DE OBRAS

O Building Information Modeling (BIM) é uma metodologia de trabalho que centraliza e integra informações gráficas e não gráficas de um projeto em um modelo digital paramétrico. Essa estrutura de dados organizada oferece a base ideal para o funcionamento da IA, uma vez que fornece informações precisas e atualizadas sobre geometrias, materiais, custos e cronogramas.

No canteiro de obras, a integração entre IA e BIM potencializa o controle e a rastreabilidade das atividades. Um exemplo é a comparação automática entre o modelo as built, obtido por meio de varreduras a laser ou fotogrametria, e o modelo de projeto. Algoritmos de IA processam as nuvens de pontos e detectam divergências milimétricas, alertando sobre possíveis erros de execução. Outra aplicação é a utilização do BIM 4D, que incorpora a dimensão temporal, permitindo que previsões geradas por modelos de IA sejam

visualizadas diretamente na linha do tempo do projeto, facilitando a tomada de decisão por parte da equipe de gestão.

Além disso, o BIM pode atuar como repositório central para os dados coletados por sensores IoT instalados no canteiro de obras, como dispositivos que monitoram temperatura, vibração, umidade e consumo energético. A IA, ao processar essas informações, pode identificar tendências, prever falhas de equipamentos e sugerir ajustes operacionais. A convergência dessas tecnologias cria um ambiente construtivo digitalmente assistido, no qual a informação flui de maneira integrada entre planejamento, execução e controle.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A aplicação da Inteligência Artificial no canteiro de obras representa uma transformação profunda nos métodos de gestão, execução e monitoramento das atividades construtivas. Quando associada ao BIM, a IA amplia seu alcance, oferecendo não apenas análises mais precisas, mas também visualizações integradas que permitem uma compreensão holística do empreendimento. Essa evolução aponta para um futuro em que decisões críticas poderão ser tomadas com base em dados robustos, atualizados em tempo real e analisados por sistemas capazes de aprender e se adaptar. Trata-se de um avanço que, mais do que aumentar a produtividade, redefine o próprio conceito de eficiência e segurança no setor da construção civil.

OTIMIZANDO FLUXOS IFC COM SIMPLE BIM

ROGÉRIO SUZUKI,
mestre em Inovação na Construção e
diretor da Vista|S Consultoria

APRESENTAÇÃO

A indústria da construção está em constante evolução, impulsionada pela Modelagem da Informação da Construção (BIM). O BIM é uma representação digital abrangente de um projeto, funcionando como uma fonte única e centralizada de dados, essencial para a consistência em todo o ciclo de vida da construção. No entanto, a complexidade dos projetos modernos, com múltiplas disciplinas e softwares, frequentemente gera desafios na gestão de dados, como inconsistências e problemas de interoperabilidade.

É nesse cenário que o Simplebim se destaca como uma solução para todos os envolvidos no desenvolvimento de empreendimentos de construção. Esta aplicação inovadora foi desenvolvida para gerenciar e refinar dados BIM, transformando informações complexas e díspares em um conjunto de dados unificado, consistente e enriquecido, independentemente de sua origem ou do software de autoria. O Simplebim assegura que os dados do seu projeto estejam sempre otimizados e prontos para uso, elevando a eficiência e a confiabilidade do seu processo BIM.

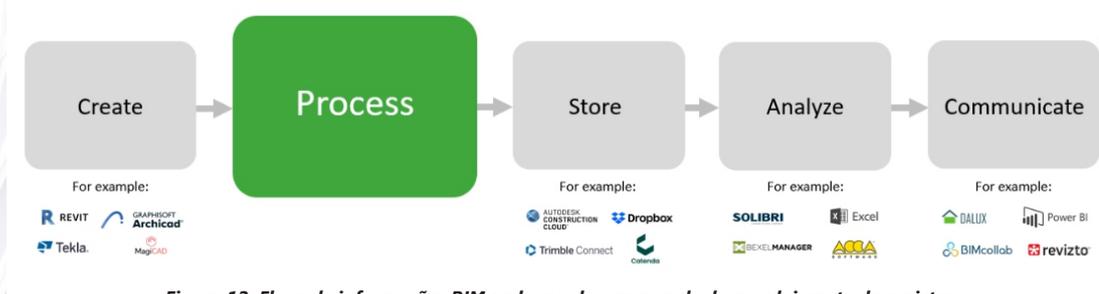


Figura 12: Fluxo de informações BIM ao longo do processo de desenvolvimento de projetos.
Fonte: Datacubist, 2025.

1. SIMPLEBIM: ELEVANDO A QUALIDADE E A INTEROPERABILIDADE DOS DADOS BIM

O Simplebim é uma aplicação openBIM, baseada no padrão IFC de ponta, líder no processamento de dados BIM. Sua função primordial é gerenciar meticulosamente as informações BIM, unificando e enriquecendo dados complexos provenientes de diversas fontes.

O Simplebim aborda diretamente as questões críticas de inconsistência de dados BIM que, historicamente, levam a fluxos de trabalho lentos e inflexíveis. Ao padronizar e refinar os dados, o Simplebim garante sua adequação para uma vasta gama de propósitos e aplicações à jusante.

2. BENEFÍCIOS ESSENCIAIS DO SIMPLEBIM

O Simplebim oferece um conjunto robusto de vantagens que otimizam significativamente a gestão de dados em projetos de construção:

1) Qualidade e Consistência dos Dados do Modelo:

O Simplebim é crucial para assegurar que todas as informações BIM sejam confiáveis e de qualidade consistente ao longo do ciclo de vida do projeto. Ele realiza a limpeza, padronização e enriquecimento dos modelos, adicionando propriedades personalizadas e classificando elementos. Essa consistência de dados é a base da interoperabilidade BIM eficaz, contribuindo para uma redução substancial de erros, atrasos e estouros de orçamento.

2) Otimização da Troca de Informações (IFC):

Como uma aplicação openBIM IFC dedicada, o Simplebim aprimora drasticamente a qualidade e a eficiência da troca de dados baseada em IFC. Ele "apara" modelos, removendo objetos e propriedades desnecessários, o que pode reduzir o tamanho dos arquivos IFC em até 90%. Isso não só otimiza o tamanho, mas também garante que esses arquivos sejam importados de forma mais rápida e limpa em programas receptores.

3) Controle e Personalização de Propriedades:

O Simplebim oferece um controle incomparável sobre os dados BIM utilizados e compartilhados. Ele permite adicionar conjuntos de propriedades personalizadas e classificar automaticamente elementos de construção conforme classificações definidas pelo usuário. Essa abordagem centralizada e automatizada contrasta com métodos fragmentados e manuais, simplificando a coordenação BIM e reduzindo a carga sobre os autores individuais do modelo.

4) Cálculo Preciso de Quantidades e Classificação Automatizada:

Um benefício significativo é a capacidade de calcular quantidades consistentes e precisas diretamente da geometria do modelo, independentemente do software original. Isso é fundamental para estimativas de custos precisos, pedidos de materiais eficientes e processos de aquisição otimizados.

- Bimsheet™



Combinando a familiaridade do Excel com os recursos do Simplebim



Figura 13: Extração de tabelas a partir de IFC no Simplebim.
Fonte: Datacubist, 2025.

5) Aumento da Eficiência na Gestão de Modelos:

Ao permitir a depuração e otimização de modelos, o Simplebim contribui diretamente para um aumento substancial da eficiência, reduzindo os tamanhos dos arquivos e melhorando as velocidades de importação, o que economiza tempo valioso e otimiza os fluxos de trabalho gerais.

Em um mercado cada vez mais competitivo e complexo, o Simplebim não é apenas uma opção vantajosa, mas uma ferramenta decisiva, pois viabiliza na PRÁTICA fluxos BIM eficientes e rápidos.

USO DA PROGRAMAÇÃO VISUAL NA VALIDAÇÃO DE PROJETOS E MODELOS BIM

ROGÉRIO LIMA,
sócio fundador da AECOTECH Consultoria e Diretor acadêmico na ZIGURAT INSTITUTE OF TECHNOLOGY

1. O MODELO BIM COMO FONTE DE INFORMAÇÃO

Um dos conceitos de Building Information Modeling (BIM) afirma que se constitui em uma metodologia de trabalho baseada na criação e utilização de modelos digitais paramétricos que representam, de forma integrada, os elementos físicos e funcionais de uma edificação. Ao contrário de representações bidimensionais, o BIM agrega, em um único repositório, informações geométricas, especificações técnicas, dados de desempenho, custos e cronogramas. Dessa forma, o modelo não apenas descreve a forma e a posição dos elementos construtivos, mas também contém metadados que permitem a extração e análise de informações relevantes para todas as fases do ciclo de vida do empreendimento.

Na fase de projeto, o modelo BIM é fonte primária para tomadas de decisão, permitindo análises de compatibilidade, simulações de desempenho energético, estudos de viabilidade construtiva e estimativas de custo e prazo. Sua estrutura de dados interligada assegura que alterações realizadas em qualquer parte do modelo reflitam-se automaticamente nas demais representações e tabelas associadas, garantindo consistência e rastreabilidade da informação.

Ao assumir o papel de base única e confiável para o gerenciamento das informações do projeto, o BIM torna-se particularmente adequado para processos de validação automatizada. Essa validação pode abranger aspectos como a verificação de normas técnicas, o cumprimento de requisitos contratuais e a conformidade com parâmetros de projeto previamente estabelecidos. É nesse contexto que a programação visual se apresenta como ferramenta de alto valor agregado.

2. O QUE É PROGRAMAÇÃO VISUAL

A programação visual é um paradigma de desenvolvimento computacional que se diferencia das linguagens tradicionais baseadas em código textual ao permitir que algoritmos sejam construídos por meio de representações gráficas interligadas. Em vez de escrever linhas de código, o usuário manipula blocos ou nós (nodes) que representam funções, variáveis e operações, conectando-os de maneira lógica para formar um fluxo de dados ou de operações.

No campo da modelagem paramétrica e da automação de processos em BIM, a programação visual é amplamente adotada por meio de ferramentas como **Dynamo** (integrado ao Autodesk Revit) e **Grasshopper** (associado ao Rhinoceros 3D). Essas plataformas permitem que profissionais de arquitetura, engenharia e construção criem rotinas personalizadas para manipulação de geometrias, extração de informações e verificação de parâmetros, sem a necessidade de conhecimento aprofundado em linguagens de programação tradicionais.

O caráter intuitivo da programação visual não elimina a complexidade dos processos que ela é capaz de representar. Ao contrário, sua estrutura modular favorece a construção de algoritmos robustos e flexíveis, passíveis de adaptação a diferentes contextos e requisitos. Isso a torna particularmente eficiente para a implementação de rotinas de validação de modelos BIM, nas quais é necessário combinar verificações geométricas e alfanuméricas de forma repetitiva e padronizada.

3. PROGRAMAÇÃO VISUAL NA VALIDAÇÃO DE MODELOS BIM

A validação de modelos BIM consiste em verificar se o modelo atende a um conjunto de regras, parâmetros e requisitos definidos previamente. Esse processo pode incluir desde a checagem da consistência geométrica (p.ex.: detecção de interferências ou clashes entre elementos) até a confirmação de que todos os componentes possuem as propriedades obrigatórias para determinada fase do projeto.

A programação visual permite que tais verificações sejam automatizadas por meio de rotinas que percorrem o modelo, extraem informações de cada elemento e as confrontam com uma base de critérios estabelecida. Por exemplo, uma rotina pode identificar todas as portas do modelo e verificar se atendem às dimensões mínimas de acessibilidade, ou conferir se todos os elementos estruturais possuem a classificação correta segundo o padrão IFC (Industry Foundation Classes).

Essa abordagem apresenta vantagens significativas em relação à verificação manual. Além de reduzir o tempo necessário para análise, ela minimiza a ocorrência de erros humanos e assegura a repetibilidade do processo. Ao criar um script visual, o mesmo conjunto de verificações pode ser aplicado a diferentes projetos ou a diferentes versões do mesmo projeto, garantindo consistência e rastreabilidade.

Outro aspecto relevante é a possibilidade de integração da programação visual com APIs e bibliotecas externas, permitindo que o processo de validação incorpore dados prove-

nientes de outros sistemas, como regulamentos normativos, requisitos de certificação ambiental ou padrões corporativos de modelagem. Isso amplia o escopo das análises e fortalece a função do BIM como núcleo central da informação do empreendimento.

4. PROGRAMAÇÃO VISUAL NA ANÁLISE DE PROJETOS

A análise de projetos com suporte da programação visual não se limita à validação de conformidade. Essas ferramentas também são utilizadas para explorar cenários de otimização e avaliar o desempenho do projeto em diferentes aspectos. Ao manipular dados do modelo BIM por meio de scripts visuais, é possível realizar análises quantitativas e qualitativas de forma ágil e personalizada.

Por exemplo, rotinas podem ser criadas para calcular automaticamente áreas e volumes de espaços, identificar superfícies de fachada expostas à radiação solar em determinados períodos do ano ou simular variações no dimensionamento de sistemas prediais em função de alterações de layout. Além disso, a programação visual pode auxiliar na análise de compatibilidade entre disciplinas, destacando elementos que ocupam a mesma região no espaço e que podem gerar conflitos durante a execução.

A capacidade de iterar rapidamente diferentes configurações e visualizar os resultados diretamente no ambiente BIM fortalece a tomada de decisão baseada em dados. Essa abordagem promove uma compreensão mais profunda do impacto de cada escolha de projeto, integrando aspectos técnicos, funcionais e econômicos de forma holística.

Ao mesmo tempo, a programação visual possibilita o desenvolvimento de bibliotecas internas de rotinas, nas quais scripts validados podem ser reutilizados em novos projetos, estabelecendo padrões de verificação e análise alinhados à estratégia e às necessidades específicas de cada organização.

5. COMO A IA PODE COLABORAR COM A PROGRAMAÇÃO VISUAL

A Inteligência Artificial (IA) pode potencializar de maneira significativa o uso da programação visual aplicada ao BIM, ampliando as capacidades de análise e validação de modelos. Enquanto a programação visual estabelece fluxos lógicos e procedimentos claros para manipular dados, a IA introduz a habilidade de identificar padrões, aprender com dados históricos e tomar decisões preditivas que vão além das regras fixas estabelecidas nos scripts.

Uma das formas mais promissoras dessa colaboração é a utilização de algoritmos de aprendizado de máquina integrados a plataformas de programação visual. Em vez de simplesmente verificar se um parâmetro cumpre ou não uma regra estabelecida, a IA pode analisar grandes volumes de modelos anteriores para identificar tendências e antecipar não conformidades que ainda não estão explícitas nas normas. Isso é particularmente útil em casos nos quais os erros decorrem de combinações complexas de variáveis, difíceis de serem detectadas por verificações tradicionais.

Além disso, a IA pode contribuir para a automação adaptativa dos scripts de programação visual. Por meio da análise de resultados passados, um modelo de IA pode

ajustar parâmetros e filtros automaticamente, refinando a eficácia das rotinas de validação e análise. Essa retroalimentação contínua transforma a programação visual em um sistema vivo, que evolui conforme aumentam o acervo de dados e a complexidade dos projetos.

Outra contribuição relevante está na integração de processamento de linguagem natural (NLP) à programação visual, permitindo que comandos e critérios de validação sejam gerados a partir de descrições textuais ou requisitos normativos escritos. Isso reduz o tempo necessário à criação de novos scripts e facilita a adaptação das rotinas a diferentes contextos legais e técnicos.

Em síntese, a combinação entre IA e programação visual no ambiente BIM cria um ecossistema de análise inteligente e automatizada, capaz de unir a precisão das regras definidas pelo usuário com a flexibilidade e o poder preditivo dos modelos de aprendizado. Esse cenário aponta para uma nova etapa na evolução das ferramentas digitais na construção civil, em que a validação de modelos deixa de ser apenas um processo mecânico e passa a incorporar elementos de raciocínio e adaptação contínua.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso da programação visual na validação de modelos BIM representa um avanço significativo na direção da automação e da padronização de processos na construção civil. Ao combinar a riqueza de informações contida no modelo BIM com a flexibilidade e a intuitividade das plataformas de programação visual, é possível criar fluxos de trabalho capazes de elevar a qualidade, a consistência e a eficiência das análises e verificações de projeto.

Com a incorporação da Inteligência Artificial, essas capacidades são ampliadas, permitindo que os processos se tornem preditivos, adaptativos e cada vez mais alinhados a um contexto de gestão de dados integrada e análise avançada. Essa integração favorece não apenas a conformidade técnica e normativa, mas também o desenvolvimento de soluções de projeto mais eficientes e sustentáveis, ao permitir simulações e otimizações baseadas em dados concretos. No cenário de transformação digital da indústria da construção, a colaboração entre programação visual e IA consolida-se como um recurso estratégico para o futuro do BIM.

RUÍDO AMBIENTAL

CRITÉRIOS, AVALIAÇÃO E APLICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO CIVIL

GIAN FRANCO WERNER,
*mestre em Ciências Ambientais, diretor da
Ecourbana Acústica e Meio Ambiente*

APRESENTAÇÃO

O ruído é visto pela Organização Mundial da Saúde (OMS) como o segundo impacto mais significativo relatado pelas pessoas nas cidades. Apesar de o tema ser controverso, ele deve ser abordado de uma perspectiva imparcial, ou seja, focado na solução ou mitigação do impacto e, principalmente, na diplomacia entre o reclamante e o reclamado.

A abordagem que trouxemos neste espaço é discutível e amplamente relativa, visto que dentro do aspecto de qualquer incômodo ambiental existem aqueles que o promovem e aqueles que são afetados, mas numa escala macro, todos sofremos as consequências. Por isso, entender o processo desde a geração de um ruído no canteiro de obras, na forma como ele se propaga e no contexto em que chega à vizinhança, é o caminho essencial para a resolução de conflitos.

Com a experiência de mais de mil laudos já elaborados, centenas de processos de perícias já conduzidas e dezenas de fiscais de órgãos ambientais já treinados, vamos ajudar você a entender como proceder e facilitar a aplicação de medidas mitigadoras no canteiro de obras e, principalmente, como minimizar a problemática com os vizinhos.

1. O PROBLEMA ENFRENTADO PELAS CONSTRUTORAS

Partindo da premissa de que o ruído é inerente ao processo de implantação de uma obra, um grande problema enfrentado pela construção civil é: como reduzir o ruído, minimizar o conflito com os reclamantes e atender à legislação e aos órgãos de fiscalização?

Se a resposta fosse simples, barata e viável certamente já teria sido adotada, mas a verdade é que os agentes emissores de ruído (máquinas e equipamentos) são essenciais ao processo de construção.

Há uma condição legal a que todos estão sujeitos, a do direito ao meio ambiente equilibrado e da preservação do sossego público e da tranquilidade. Por isso, independentemente de atender a uma ordem legal, o canteiro de obras é um salão de festas com acesso livre à geração de intempéries com a vizinhança. Desta forma, sem depender de estar ou não atendendo à legislação, minimizar qualquer conflito deve ser sempre uma diretriz a ser seguida na construção civil.

Diante deste cenário, o empreendedor está à mercê de uma avaliação menos ou mais criteriosa dos órgãos públicos, seja no licenciamento ambiental ou nos códigos de conduta e de posturas, onerando-o e trazendo instabilidade jurídica para com suas atividades que tenham o ruído como consequência natural. Um exemplo prático dessa condição é a realização de uma atividade de corte de material na última laje da obra, ao lado de outros edifícios. Embora seja quase impossível minimizar tal ruído, pode ocorrer de o vizinho receptor ser alguém de idade avançada ou enfermo.

2. O QUE DIZ A NORMA ABNT 10151 E LEGISLAÇÃO AMBIENTAL

A NBR 10151:2019 Errata 2020 traz os critérios e procedimentos para a avaliação de ruído ambiental em áreas habitadas, e está diretamente ligada à Resolução CONAMA nº 1, de 8 de março de 1990, que dispõe sobre critérios e padrões de emissão de ruídos decorrentes de quaisquer atividades industriais, comerciais, sociais ou recreativas, inclusive as de propaganda política.

A legislação citada denota a necessidade de controle dos níveis excessivos de ruído que podem gerar poluição do meio ambiente e acarretar a deterioração da qualidade de vida, principalmente porque independentemente do setor do agente emissor, neste caso a construção civil, sempre haverá um agente receptor de um ruído gerado. Esse contexto promove uma dificuldade na instituição de ações concretas para atendimento à norma quando uma obra se encontra em pleno processo de verticalização, ou ainda na fase inicial de seu processo construtivo, como escavações, concretagens e acabamentos, por exemplo.

Até o momento, não há discussões abertas nas câmaras técnicas da ABNT para revisões da norma, que deveriam ocorrer a cada cinco anos, ou ainda uma discussão prática e efetiva sobre uma norma adjacente à NBR 10151 para aplicação específica na construção civil. Por isso, o uso da atual normativa gera incertezas quanto à sua funcionalidade, principalmente nos casos mais críticos em que há receptores muito próximos à obra e, em contrapartida, não há um meio viável de minimizar o ruído nela direcionado.

Um ponto fundamental de discussão ainda é a forma como os monitoramentos e laudos são realizados, elaborados e entregues às construtoras, porque não havendo essa certeza de mitigação, muitos profissionais não se preocupam em gerar dados e avaliar cada empreendimento de forma mais precisa, deixando o empreendedor mais exposto a uma possível sanção judicial, notificação do órgão ambiental ou até mesmo a um embargo de

obra. O laudo de monitoramento de ruído é a ferramenta de controle mas não reflete a condição real em todos os momentos, seja para o bem da construtora ou para a nocividade do ente vizinho exposto ao ruído.

E qual a dimensão que isso pode tomar? Se você é construtor, não fez o monitoramento e não tem uma equipe técnica de apoio ou consultoria especializada, estará sujeito a uma reclamação pública. Caso essa ação seja continuada e não haja diplomacia entre a obra e os vizinhos, o processo pode desencadear uma ação civil pública na pior das hipóteses. Todavia, mesmo tendo todo o controle e gestão de riscos e conflitos, o impacto de ruído é subjetivo à percepção de cada indivíduo, por isso a gestão da comunicação deve sempre prescindir de qualquer outra ação.

O setor da construção civil tem força institucional para dialogar com o poder público e buscar medidas mais equilibradas para o contexto elucidado. O ponto central é avançarmos no alinhamento de uma política pública de silêncio — sim, necessária — mas que considere as nuances e características da nossa atividade: a construção e o desenvolvimento.

3. COMO AVALIAR E GERENCIAR CONFLITOS DO RUÍDO AMBIENTAL

Todos os problemas relacionados ao ruído ambiental foram bem evidenciados, e nos perguntamos: há uma forma de minimizar essa situação, promover melhores condições de trabalho, garantir maior segurança jurídica e, ainda, criar um ambiente pacífico com a vizinhança do entorno? Sim, mas isso requer atenção. A longa experiência nessa área, com intervenção em situações similares, oferece condições de ilustrar alguns procedimentos para uma gestão eficaz do tema.

Atenção ao processo de licenciamento ambiental: ao desenvolver, junto ao seu consultor, os estudos para emissão da licença e, principalmente, dos programas de gestão e controle ambiental, deve ser avaliado o zoneamento e a condição do entorno, tanto em relação ao ruído já existente quanto à presença de escolas, hospitais ou outras áreas sensíveis. Essas informações devem constar no estudo ambiental.

Levantamento e inventários de fontes: ao avaliar os equipamentos que serão usados durante cada fase da obra podem ser previstos os níveis que serão emitidos e possivelmente poderão afetar o entorno. Essa análise pretérita pode ajudar na decisão quanto ao projeto e à disposição do canteiro de obras na proposição de áreas de mitigação.

Treinamento e qualificação profissional: é sabido que um local ruidoso gera pessoas ruidosas, e o contrário também é válido. Muitas obras mantêm o senso comum de que obra é lugar barulhento, mas isso não é uma condição irrefutável. Promover treinamento aos colaboradores, indicando que a colocação de materiais de forma controlada pode gerar maior segurança no manuseio e menor ruído, é um exemplo.

Canteiros de obras eficientes: a gestão de um canteiro de obras deve ser um passo importante para a qualificação do processo de construção e deve promover maior eficiência em logística e produção. Mas aqui a discussão é incluir a gestão do ruído já na hora de planejar o processo e a implantação. Áreas de descanso com silêncio total geram colaboradores

mais atentos e mais calmos. Locais previstos para uso de equipamentos podem ser mais bem planejados com enclausuramentos e medidas mais eficazes de controle.

Prevenção de conflitos com diplomacia: mesmo com o projeto aprovado e a licença emitida para iniciar a obra, ainda há espaço para comunicação pacífica com o entorno. É importante fazer uma visita ao síndico das edificações lindeiras, conversar com a diretora da escola próxima, apresentar à vizinhança um cronograma com os principais dias de geração de ruído, para que todos possam estar cientes, ou criar um canal de comunicação entre os responsáveis pela obra e os vizinhos. Todas essas são medidas importantes a serem implantadas. Por fim, a comunicação saudável entre os agentes fiscais e o empreendedor/consultor deve ser um aspecto a ser mantido em todas as etapas da obra.

DA APROVAÇÃO AO SELO VERDE - SUSTENTABILIDADE COM CONFIANÇA

*GUSTAVO SPRICIGO,
engenheiro civil e diretor de Engenharia da Proedi Empreendimentos*

*JORGE L. S. ANDRADE,
engenheiro civil e diretor de Aprovações no escritório de Arquitetura Bold*

*ALINE SCHROTH BEUTHER,
engenheira civil e consultora de Sustentabilidade na Petinelli*

1. QUEM SOMOS E O QUE ENFRENTAMOS

No cenário dinâmico da construção civil atual, a jornada de um projeto, desde sua concepção inicial até a entrega final, é permeada por diversos desafios. Em Balneário Camboriú, uma cidade que se destaca pela verticalização acelerada e pelo alto valor do metro quadrado, esses desafios são ainda mais acentuados. Este artigo explora as complexidades envolvidas na aprovação de projetos e na busca por práticas construtivas sustentáveis, culminando na obtenção do cobiçado Selo Verde. Reunimos as perspectivas de profissionais experientes que atuam em diferentes frentes desse processo: a visão da empresa sobre os obstáculos burocráticos e operacionais, a expertise técnica e estratégica na aprovação de projetos arquitetônicos, e a importância dos selos verdes para o setor. Nosso objetivo é oferecer uma visão abrangente e integrada sobre como a colaboração, o conhecimento especializado e a adoção de inovações podem transformar o caminho da aprovação em um alicerce para a construção de empreendimentos sólidos, rentáveis e, acima de tudo, sustentáveis.

2. DO PAPEL AO DIGITAL

A transição turbulenta

No início de nossa atuação na cidade, o processo de aprovação de projetos já era o "Aprova Fácil", porém ainda era realizado em papel, com as tradicionais pranchas impressas em papel A3. Apesar de manual, esse procedimento seguia um padrão bem definido, o que permitia que a tramitação ocorresse de forma mais direta e previsível.

Com a implementação de um novo sistema pela Prefeitura de Balneário Camboriú, o “Aprova Digital”, incentivando as construtoras a migrar para a plataforma online, a realidade mudou. Como ocorre em toda fase inicial de tecnologia, ajustes eram necessários, e diversos desafios surgiram, desde instabilidades e alterações nas exigências até a falta de clareza sobre as etapas do processo.

Houve casos em que um projeto constava como “em análise” sem qualquer informação sobre o setor responsável ou o analista designado, dificultando o acompanhamento e gerando atrasos significativos. Somente com contato direto junto ao órgão municipal foi possível localizar e dar andamento ao processo.

Outro fator crítico foi a ausência de prazos claros para resposta, o que impactava diretamente o planejamento. Além disso, durante o trâmite, a descontinuidade da plataforma decorrente de mudança contratual exigiu migrações de sistema para manter o processo ativo.

Diante dessas experiências, optou-se por adotar uma estratégia diferente em projetos posteriores, contando desde o início com o apoio de escritórios especializados em aprovações. O resultado dessa escolha foi uma tramitação muito mais ágil, com aprovação quase imediata — algo incomum no cenário atual. Essa vivência demonstrou que contar com suporte técnico especializado e projetos bem compatibilizados é essencial para garantir segurança e eficiência no processo de aprovação.

3. APROVAÇÃO DE PROJETOS

A base invisível que sustenta Balneário Camboriú

Balneário Camboriú consolidou-se como vitrine nacional da arquitetura. Com verticalização acelerada, solo escasso e um dos metros quadrados mais valorizados do país, construir na cidade vai muito além de erguer edifícios: é assumir compromissos técnicos, legais e urbanísticos de alto impacto.

O mercado e o perfil do cliente mudaram. Hoje, não basta estética, é preciso solidez. Um investimento seguro nasce de um projeto consistente desde o estudo de viabilidade. O novo padrão não tolera improvisos nem soluções genéricas, e projetos mal planejados podem se transformar em verdadeiros “estudos de inviabilidade”.

Dominar o processo é proteger o investimento. A aprovação de um projeto deve ser compreendida como parte essencial para garantir segurança, rentabilidade e viabilidade. A burocracia torna-se um entrave apenas para quem não domina o processo. Com preparo técnico, documentação clara e diálogo eficaz junto aos órgãos competentes, o caminho flui. A maioria das dificuldades surge da falta de compatibilização entre disciplinas, de interpretações imprecisas ou da ausência de uma leitura estratégica da legislação municipal.

Responsabilidade técnica começa antes do protocolo. A aprovação de um projeto não representa o fim, mas o início da responsabilidade. Análises de viabilidade, correta interpretação dos índices urbanísticos, compatibilização multidisciplinar e definição clara das responsabilidades técnicas são decisões que antecedem qualquer assinatura. Cada laudo, dese-

inho e documento técnico sustenta a futura execução, incorporação e obtenção do habite-se.

Em Balneário Camboriú, o erro custa mais caro. Em um dos metros quadrados mais valorizados do Brasil, qualquer falha técnica, exigência ignorada ou alteração não prevista pode comprometer prazos, travar licenças e gerar prejuízos expressivos — não apenas financeiros, mas também de reputação.

A aprovação não deve ser tratada como mera formalidade. É a fundação sobre a qual todo o empreendimento se apoia. Quanto mais sólida for essa base, mais alto e seguro será o que se constrói sobre ela.

4. GREEN BUILDING

Construindo melhor com o Selo Verde

Em Balneário Camboriú, paralelamente à aprovação dos projetos, observa-se um crescente movimento de conscientização sobre a sustentabilidade, o que impulsiona a adoção de práticas de "Green Building". A construção verde não é apenas uma tendência, mas uma necessidade imperativa para equilibrar o impacto econômico e social positivo do setor com a redução dos danos ambientais. A busca por certificações como LEED e WELL reflete o compromisso com a qualidade superior e o bem-estar dos ocupantes, transformando a construção em um vetor de desenvolvimento sustentável.

O termo *green building* refere-se ao processo de projetar, construir e operar edificações com foco na eficiência, no conforto e na sustentabilidade, minimizando impactos ambientais e promovendo a saúde e o bem-estar dos ocupantes. Em outras palavras, significa construir melhor.

Enquanto um prédio convencional atende aos requisitos mínimos do mercado tradicional, um *green building* representa o futuro da construção civil, oferecendo mais conforto, maior eficiência no uso de recursos e menor impacto ambiental. Adotar esse modelo também está ligado ao pioneirismo: quem o incorpora chega primeiro a soluções que ainda não são padrão no setor.

No mercado imobiliário, o principal diferencial do *green building* é a qualidade do produto entregue. **Desde a concepção do projeto**, há maior cuidado na escolha de materiais com menor impacto ambiental, além da implementação de estratégias que priorizam desempenho, durabilidade e conforto. Esses projetos são estruturados com base no conceito do *Triple Bottom Line* — o tripé da sustentabilidade — que equilibra impactos ambientais, sociais e econômicos.

- **Ambiental:** redução do consumo de energia, menor geração de resíduos e menor impacto ecológico.
- **Social:** promoção de saúde, bem-estar e conforto para todos que vivem, trabalham ou circulam no edifício.
- **Econômico:** diminuição dos custos operacionais e valorização do ativo no mercado.

A construção civil é, historicamente, um dos setores com maior impacto ambiental.

No Brasil, é responsável por até 75% dos recursos naturais extraídos, além de gerar resíduos, emissões, poluição e degradação do solo, aumentando riscos urbanos como enchentes. Ao mesmo tempo, exerce papel positivo na economia e no emprego, representando R\$ 359,5 bilhões do PIB e empregando quase 2,9 milhões de pessoas. O desafio do setor é equilibrar esses efeitos, mantendo o impacto econômico positivo enquanto reduz danos ambientais e sociais.

A adoção de estratégias de *green building* permite exatamente isso: reduzir impactos negativos e maximizar os positivos. Como em outros setores, a construção civil segue um ciclo de adoção de inovações, em que os *early adopters* ganham vantagem competitiva, sendo percebidos como líderes e referência de qualidade.

Os pilares centrais dessa estratégia são conforto, eficiência e sustentabilidade. Projetos bem planejados e executados dentro desses princípios naturalmente atingem certificações de referência, que funcionam como uma régua técnica de desempenho. **Quanto maior o esforço e a qualidade do projeto**, maior a pontuação e o nível de certificação alcançado. Mas conhecer a régua não basta: é preciso saber como aprimorar continuamente o prédio, elevando-o a um padrão de excelência.

As certificações mais reconhecidas globalmente incluem:

- **LEED (Leadership in Energy and Environmental Design)**: foca em sustentabilidade, eficiência energética, uso racional de recursos e escolha de materiais.
- **WELL**: concentra-se na saúde física e mental dos ocupantes, qualidade do ar, iluminação, conforto térmico, acústico e bem-estar geral.

Adotar o *green building* significa, portanto, elevar a régua da construção civil, entregando produtos com qualidade superior, conforto aprimorado e responsabilidade socioambiental, preparando o setor para os desafios e oportunidades do futuro.

O "Selo Verde" não é só o objetivo final, mas sim um reconhecimento do compromisso com a construção sustentável. É a consequência natural de um processo de projetos bem planejados e executados, servindo como uma régua técnica para medir a qualidade e o desempenho do edifício.

O caminho "**Da Aprovação ao Selo Verde**" é uma convergência de eficiência processual e responsabilidade ambiental. A colaboração entre construtoras, consultorias de sustentabilidade e escritórios de arquitetura especializados é a chave para superar os obstáculos, otimizar os processos e construir um futuro mais resiliente e sustentável para o setor da construção civil.

FAMÍLIAS BIM: CASE, CRIAÇÃO DA BIBLIOTECA DIGITAL WEIKU

MOACIR DE OLIVEIRA JUNIOR,
mestre em Computação Aplicada, engenheiro civil,
CEO na VIPTEC Soluções CAD & BIM e professor na Univali e Uniavan

Inicialmente, é essencial responder à seguinte pergunta: o que é uma família no Revit?

“Uma família no Revit é um conjunto de elementos com características e comportamentos comuns, como portas, janelas, móveis, luminárias, equipamentos, tubulações etc. Ela define como um objeto aparece, se comporta e interage no modelo BIM” (ChatGPT, 2025).

Com base nessa definição, o desenvolvimento das famílias de esquadrias da WEIKU exigiu atenção especial a diversos fatores técnicos e estéticos, pois esses elementos precisam ser não só funcionais, mas também compatíveis com as exigências de precisão das geometrias, de informações construtivas e, principalmente, de visibilidade.

Entre os requisitos e boas práticas utilizadas para a criação das famílias Weiku, destacam-se:

1. DETALHAMENTO E REPRESENTAÇÃO GRÁFICA

1.1 Níveis de detalhamento (LOD):

Definiu-se um LOD adequado considerando elementos como encaixes, revestimentos, tipos de perfis/montantes, trilhos, persianas, folhas, aberturas, ferragens e vidros. Optou-se por não modelar elementos como roldanas, borrachas de vedação e alma de aço, a fim de equilibrar nível de detalhe e desempenho do modelo.

Observação: Pensando no BIM, definiu-se aqui a possibilidade de automatizar o processo de orçamentação (5D) e, talvez, de fabricação (7D). Essa premissa elevou o grau de

complexidade de desenvolvimento e, conseqüentemente, resultou no aumento de tempo e custos necessários para a criação das famílias.

1.2 Detalhes de visibilidade e representação gráfica:

Nesta etapa, definiu-se como seriam representadas as esquadrias em projetos, principalmente em plantas baixas, cortes e elevações, para atender aos padrões de representação técnica e facilitar a leitura em diferentes escalas. A Figura 14 demonstra como fica a representação gráfica da esquadria em vista de corte.



Figura 14: Representação Gráfica da esquadria em corte
Fonte: Do autor, 2025.

1.3 Dimensões, afastamentos e tolerâncias de instalação:

No desenvolvimento das famílias, garantiu-se que as medidas de dimensões, afastamento e tolerâncias fossem devidamente representadas permitindo que os usuários ajustem essas informações de forma intuitiva. Utilizou-se de parâmetros de tipo e instância para tornar os ajustes rápidos e precisos, pois especificamente no caso da Weiku, as janelas e portas normalmente possuem dimensões variáveis como: largura, altura, abertura, tipo e quantidade de folhas, vidros, com ou sem persiana etc.

1.4 Diversos tipos e mecanismos de abertura:

As esquadrias, de maneira geral, possuem diferentes tipos de abertura, como basculante, de correr, de abrir, maxim-ar, oscilobatente etc., e esses tipos foram devidamente representados nas respectivas vistas. No mesmo sentido, foram tomados os devidos cuidados para que os mecanismos de abertura – como vidros, trilhos, montantes, painéis e batentes – fossem corretamente representados, permitindo flexibilidade de aplicação em diferentes projetos arquitetônicos. Os tipos e mecanismo de abertura podem ser verificados na Figura 15:



Figura 15: Representação de tipos e mecanismos de abertura
Fonte: Do autor, 2025.

2. MATERIAIS E ACABAMENTOS

Representar as possibilidades de materiais e acabamentos foi definitivamente o maior desafio, pois as esquadrias Weiku possuem uma infinidade de texturas e acabamentos, como o "Titantec" (acabamentos de alumínio acoplados sobre os perfis de PVC). Este fato demandou uma tomada de decisão: como representar os tipos de famílias? Os tipos de famílias devem ser separados por dimensões, por acabamento ou ambos?

Enfim, resolveu-se separar os tipos de famílias somente pelo "tipo de acabamento" e, dentre uma variedade de possibilidades de acabamento, selecionou-se as 11 principais, visando evitar excesso de variações por dimensões e garantir melhor desempenho da biblioteca.

3. PARAMETRIZAÇÃO

3.1 Flexibilidade de tamanhos e tipos:

As famílias foram criadas com parâmetros que permitem fácil modificação de dimensões, como, por exemplo, altura, largura, altura da maçaneta, afastamento dos perfis, esquadrias com ou sem persiana ou pedras de peitoril/soleira etc. Isso permite que as famílias se adaptem rapidamente às diferentes necessidades dos usuários.

Quanto aos tipos de vidros, por exemplo, o parâmetro de tipo "Weiku: Id produto" possibilita selecionar entre 27 combinações e tipologias. A Figura 16 apresenta parte das possibilidades de escolha de vidros por meio do "Id" e, caso os limites horizontais e verticais das respectivas lâminas sejam ultrapassados, um aviso de erro será exibido na descrição do vidro da esquadria.

	IdW##	nun	Limit##	OTI	CodW##	O'	Cod##	OTI	LHor##	len	LVert##	len	Minimalist	Esp
Vidro simples - 4 mm incolor	1	1100 x 110		1	1				1100	1100			26	
Vidro simples - 6 mm incolor	3	1300 x 130		3	2				1300	1300			24	
Vidro simples - 8 mm pontilhado	147	1400 x 220		147	60				1400	2200			22	
Vidro simples - 4 mm miniboreal	141	1100 x 110		141	9				1100	1100			26	
Vidro simples - 8 mm lam Miniboreal	169	1800 x 220		169	204				1800	2200			22	
Vidro simples - 6 mm lam leitoso	145	1300 x 220		145	95				1300	2200			24	
Vidro simples - 8 mm lam leitoso	245	1800 x 240		245	177				1800	2400			22	
Vidro simples - 6 mm acidato	320	1300 x 130		320	275				1300	1300			24	

Figura 16: Tipologias de vidros
Fonte: Do autor, 2025.

4. MODULARIDADE, COMPONENTIZAÇÃO, ESCALABILIDADE E REUTILIZAÇÃO

Para a construção das famílias, utilizou-se os recursos do Revit de famílias aninhadas e famílias compartilhadas, ou seja, não há redundância de perfis, montantes ou folhas entre diferentes tipos de esquadria. Para isso, foram aplicados os seguintes conceitos:

(i) Modelagem modular reutilizável: todos os componentes das famílias foram projetados para que possam ser reutilizados em outras famílias.

(ii) Componentização para escalabilidade: utilizou-se o agrupamento de módulos para criação de componentes reutilizáveis para escalabilidade, como, por exemplo, as folhas de esquadria que compõem um grupo integrado por módulos de perfis, montantes e vidros que foram reutilizados de maneira escalonada (para diversas famílias). A mesma técnica foi utilizada para as persianas.

A Figura 17 apresenta os componentes de folhas e persianas desenvolvidos para as esquadrias Weiku:

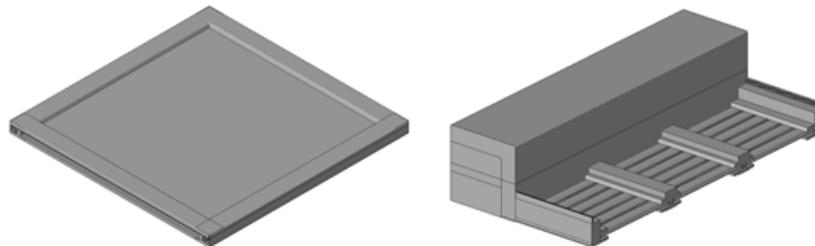


Figura 17: Componentes de folhas e persianas
Fonte: Do autor, 2025.

5. DOCUMENTAÇÃO E ANOTAÇÃO

Para ser possível a busca adequada das informações, além das famílias das esquadrias, criou-se também tags específicas de identificadores de portas e janelas. Essas tags permitem ao projetista especificar rapidamente as esquadrias em projeto e gerar quadros de forma automatizada e acurada, como pode ser verificado na Figura 18:

<Quadro de Esquadrias>						
A	B	C	D	E	F	G
Legen	Descrição	Largura	Altura	Núm	Unidad	Quanti
Esquadria - Janelas						
J01	Janela de correr WEIKU, alto padrão, Sistema DETEC, caixilho duplo 02.2.01.002, com duas folhas 02.2.01.020 de painel Fixo inferior	200	210	4	un	2
J02	Janela de correr WEIKU, alto padrão, Sistema DETEC, caixilho duplo 02.2.01.002, com duas folhas 02.2.01.020, dotada de persiana	200	100	2	un	2
J03	Janela de correr WEIKU, alto padrão, Sistema DETEC, caixilho duplo 02.2.01.002, com duas folhas 02.2.01.030	200	100	2	un	2
J04	Janela de correr WEIKU, alto padrão, Sistema DETEC, caixilho duplo 02.2.01.002, com quatro folhas 02.2.01.020 de canto 90° 2x2	120	100	4	un	1
J05	Janela de correr WEIKU, alto padrão, Sistema DETEC, caixilho duplo 02.2.01.002, com quatro folhas 02.2.01.020 de canto 90° 2x2, dota	120	100	4	un	1

Figura 18: Quadro de esquadrias
Fonte: Do autor, 2025

Outro recurso possível, é o de listar as informações dos componentes de cada esquadria inserida no projeto, que embora ainda não colocado em prática, pode ser utilizado futuramente para orçamentação automatizada (BIM 5D) das esquadrias inseridas no projeto, conforme demonstrado na Figura 19:

<Tabela de Componentes - por Legenda>								
A	B	C	D	E	F	G	H	I
WT	Dimensão	Modelo	Comprim	Largura	Altura	Unid.	Contador	Total
J01								
Esquadrias - Ferragens								
	Conjunto ferragem completa padrão Weiku para esquadria	[-]	Hoppe			un	2	2,00
	Conjunto maçaneta hoppe padrão Weiku para esquadria	[-]	Hoppe			un	2	2,00
							4	4,00
Esquadrias - Pedra Soleira								
	Pedra soleira	[-]	Cfme. forneced	208.0	23.0	2.0	m	2
							2	4,16
								4,16
Esquadrias - Perfis								
	Perfil caixilho de trilho duplo - 02.2.01.002	77mm x 52mm	02.2.01.002	190.6	7.7	5.2	m	2
	Perfil caixilho de trilho duplo - 02.2.01.002	77mm x 52mm	02.2.01.002	199.4	7.7	5.2	m	4
	Perfil caixilho de trilho duplo - 02.2.01.002	77mm x 52mm	02.2.01.002	209.5	7.7	5.2	m	4
	Perfil caixilho fixo - 02.2.01.005	50mm x 67mm	02.2.01.005	107.3	5.0	6.7	m	4
	Perfil caixilho fixo - 02.2.01.005	50mm x 67mm	02.2.01.005	194.2	5.0	6.7	m	4
	Perfil divisor de painel fixo - 02.2.01.041	77mm x 50mm	02.2.01.041	96.7	7.7	5.0	m	2
	Perfil folha - 02.2.01.020	50mm x 72mm	02.2.01.020	91.0	5.0	7.2	m	8
	Perfil folha - 02.2.01.020	50mm x 72mm	02.2.01.020	98.9	5.0	7.2	m	8
							36	49,35
Esquadrias - Vidros								
	Vidro simples - 8 mm incolor laminado	[-]	Cfme catálogo	79.4	87.3	79.4	m2	4
	Vidro simples - 8 mm incolor laminado	[-]	Cfme catálogo	96.9	89.6	96.9	m2	4
							8	6,24

Figura 19: Componentes da esquadria
Fonte: Do autor, 2025.

6. TESTES

A etapa de testes foi fundamental para validar as famílias em relação a cinco critérios principais: (i) facilidade de modificação; (ii) uso intuitivo; (iii) desempenho; (iv) parametrização; e (v) visibilidade. O resultado desses testes orientou ajustes no desenvolvimento, melhorando a qualidade final da biblioteca.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento da biblioteca digital Weiku demandou um tempo considerável, mas apresentou ganhos progressivos de produtividade à medida que componentes reaproveitáveis foram sendo consolidados. A título de exemplo, a primeira família de esquadria levou aproximadamente 15 dias para ser finalizada. Contudo, ao longo do processo, ela passou por diversas revisões estratégicas, motivadas pelos ajustes realizados nos componentes utilizados. Após a padronização e estabilização dos elementos reutilizáveis, foi possível reduzir o tempo médio de modelagem para cerca de três dias por família.

Esse processo resultou não apenas em uma biblioteca técnica e visualmente precisa, mas também escalável, flexível e compatível com múltiplas fases do BIM. A experiência serviu como base para aprimorar práticas de parametrização, documentação e interoperabilidade, tornando-se um modelo aplicável a outros projetos com desafios semelhantes.

MANUTENÇÃO PREVENTIVA

ENTRE O REPARO E A REPUTAÇÃO: O PODER DO PÓS-OBRA BEM FEITO

*ELLEN STEFANIA VIERA TAMBOSETTI,
engenheira civil e sócia-fundadora da Fernandez Viera Engenharia & Consultoria*

*PEDRO FELIPE KAPPAUN,
engenheiro civil e sócio da Fernandez Viera Engenharia & Consultoria*

*JONAS COSTA DOTTA,
diretor Administrativo na Itapuí Incorporadora*

1. A MENTIRA QUE CONTAMOS PARA NÓS MESMOS

Desconstruindo os mitos do pós-obra

Durante muito tempo acreditou-se que a missão da construtora terminava com a entrega das chaves e a desmobilização do canteiro de obras. Na prática, esse é apenas o primeiro capítulo da vida real do imóvel: o cliente passa a abrir portas, acender luzes e perceber o que está perfeito e o que precisa de atenção.

Do outro lado, persiste o mito de que o prédio tem “cinco anos de garantia contra tudo”, levando muitos clientes a só acionarem a construtora no final do prazo. Entre essa expectativa e a visão de que a obra acabou, está a verdade: o pós-obra é um compromisso contínuo que transforma a experiência do cliente em orgulho ou frustração, exigindo atenção antes e depois da entrega.

2. O VERDADEIRO PAPEL DO SETOR DE PÓS-OBRA

Mais do que consertar problemas: construir confiança

Muitos ainda veem o pós-obra como bombeiros prontos para apagar incêndios, mas essa visão é limitada e reativa. Um bom pós-obra é extensão da promessa de venda: um canal técnico de escuta, acolhimento e orientação, que protege a empresa juridicamente, organiza processos e preserva a imagem da marca.

3. OS 3 PILARES DE UM PÓS-OBRA SUSTENTÁVEL

O modelo que funciona na prática

Um setor de pós-obra que funciona é aquele que se apoia em três pilares: processos, pessoas e tecnologias.

3.1 Processo bem definido

Sem padronização, o atendimento vira improvisado. É essencial ter etapas claras — triagem, vistoria, resposta, execução e retorno — todas documentadas e acessíveis à equipe e ao cliente. Um procedimento bem definido orienta o cliente e evita chamados sem registro.

3.2 Equipe com perfil certo

O responsável pelo pós-obra deve conhecer normativas como a **ABNT NBR 17170**, sobre prazos de garantia, e a **ABNT NBR 5674**, sobre manutenções preventivas, para fundamentar suas ações tecnicamente. Mas atender pós-obra vai além do conhecimento técnico: exige escuta, empatia e comunicação clara, pois o cliente nessa fase pode estar sensível, frustrado ou inseguro. Saber acolher, orientar e resolver faz toda a diferença.

3.3 Tecnologia como apoio estratégico

Softwares especializados organizam o fluxo, agilizam atendimentos e geram dados para análise, transformando o pós-obra de operacional para estratégico. Com isso, o setor se torna proativo, prevenindo problemas e fortalecendo o relacionamento com o cliente.

4. O CUSTO DO NÃO PÓS-OBRA

Judicialização, desgaste e prejuízo invisível

Ignorar o pós-obra pode parecer economia, mas custa caro. A falta de atendimento adequado gera processos, danos à imagem, reclamações e desconfiança no mercado. Hoje, uma avaliação negativa no Google, ou um comentário em grupo de moradores, pode afastar potenciais clientes antes mesmo da primeira visita.

5. O CLIENTE NÃO É INIMIGO - ELE SÓ ESTÁ FRUSTRADO

A importância da escuta, da clareza e da empatia técnica

Por trás de cada reclamação há uma expectativa frustrada. O cliente não é inimigo, mas alguém que, momentaneamente, perdeu a confiança. Escutar, explicar com empatia e agir com responsabilidade mantém a postura técnica com humanização — esse é o caminho para a confiança duradoura.

6. EDUCAR É MELHOR QUE ATENDER

Como a comunicação preventiva reduz chamados e aumenta a satisfação

Muitos chamados poderiam ser evitados com comunicação clara, pois o cliente não é técnico e precisa entender como usar e manter o imóvel. Manuais, QR Codes, vídeos e carti-

lhas ilustradas antecipam dúvidas, reduzem chamados e melhoram a experiência, valorizando a marca. Assim como na entrega de um automóvel, na construção civil o momento da entrega das chaves deve seguir padrões normativos, garantindo orientações corretas sobre garantias, cuidados de uso e manutenções preventivas, a fim de prevenir problemas de pós-obra.

7. O PÓS-OBRA COM INTELIGÊNCIA DE NEGÓCIO

Transformar dados de atendimento em melhoria contínua

O atendimento pós-obra gera dados valiosos sobre falhas, materiais e fornecedores. Ao analisar essas informações, o setor se torna um centro de inteligência que apoia engenharia, projeto e gestão. Cada chamado é aprendido: ouvir evita repetir erros.

8. CASOS REAIS E O QUE APRENDEMOS COM ELES

Histórias do dia a dia que valem mais que planilhas

Nada ensina mais do que a prática. Veja duas histórias reais da Itapuí Incorporadora que ilustram o poder de um pós-obra atento e estruturado:

8.1 Não era defeito. Era falta de instrução.

Logo após a entrega de um prédio, alguns clientes relataram dificuldade para abrir o fechamento de sacada. Não se tratava de defeito, mas de manuseio inadequado por falta de familiaridade com o sistema. A solução foi simples e eficaz: enviar um passo a passo por e-mail aos moradores. Desde então, o material passou a integrar o manual do proprietário e os documentos-padrão de entrega dos imóveis.

8.2 Não está no sistema, não aconteceu.

Recebemos um chamado relatando trincas, pintura falhada e mofo. O cliente alegou ter informado antes, mas nosso técnico perguntou: "Há quanto tempo o senhor notou os problemas?" — Era apenas a segunda visita ao imóvel, três anos após a entrega.

Consultando o histórico, constatamos que aquela era, oficialmente, a primeira solicitação. Realizamos a triagem e resolvemos os itens ainda na garantia, enquanto os demais, decorrentes de falta de uso ou manutenção, foram explicados tecnicamente. Tudo foi feito com clareza, educação e documentação, reforçando o motivo pelo qual não atendemos por WhatsApp ou telefone: a documentação oficial protege tanto o cliente quanto a empresa.

9. O CONSTRUTOR QUE ACOMPANHA DEPOIS DO TIJOLO

Por que isso o diferencia no mercado

A grande diferença não está só na obra entregue, mas na presença que permanece. O cliente quer saber se a construtora continua ao seu lado — quem acompanha, constrói não apenas imóveis, mas confiança, reputação e valor de marca.

10. O MANUAL DO PROPRIETÁRIO COMO FERRAMENTA DE PREVENÇÃO E TRANSPARÊNCIA

Por mais estruturado que seja o pós-obra, nada substitui a clareza desde o início. Um **manual do proprietário**, elaborado conforme a **ABNT NBR 14037**, vai além de exigência legal: detalha garantias, uso, manutenção, canais de atendimento e responsabilidades, prevenindo mal-entendidos e fortalecendo a relação com o cliente. Quando entregue com explicações claras, o manual acolhe, orienta e transforma a construtora em uma marca confiável no mercado — é mais que papel burocrático, é entrega de confiança.

DO PROJETO À OBRA

IMPLANTAÇÃO EFICIENTE DE FACHADAS VENTILADAS

LILIAN PIETROVSKI,
*arquiteta e urbanista, proprietária do escritório Lilian Pietrovski
Arquitetura e sócia-fundadora da ArqVert – Arquitetura Vertical*

CIRINEU CARVALHO,
arquiteto e urbanista, gerente de Projetos na Construtora Ipex

1. INTRODUÇÃO

As fachadas ventiladas são sistemas de fechamento que elevam o desempenho térmico, acústico e a durabilidade das edificações, além de agregar estética contemporânea. Formadas por um revestimento externo afastado da parede principal, criam uma câmara de ar que favorece a ventilação natural e o controle térmico. O artigo aborda tecnologias, tendências e aplicações, destacando aspectos econômicos, vantagens em retrofit, desafios construtivos e diretrizes de projeto.

2. O QUE É FACHADA VENTILADA

A fachada ventilada é um sistema construtivo que consiste em revestimentos externos instalados sobre uma subestrutura, deixando uma câmara de ar entre a parede da edificação e o revestimento. Esse espaço permite a circulação natural do ar, promovendo o chamado "efeito chaminé", que melhora o conforto ao reduzir a carga térmica nas paredes e minimizar as trocas de calor com o ambiente interno.

Diferente dos sistemas aderidos tradicionais, que utilizam argamassa, a fachada ventilada se configura como uma solução não aderida. Seus componentes principais incluem a base suporte, camada isolante (opcional, mas altamente recomendada), subestrutura de fixação (geralmente perfis de alumínio), a câmara de ar e o revestimento externo. A composição modular permite a troca facilitada de elementos e maior controle de qualidade.

3. CONDICIONANTES PARA O USO DO SISTEMA

A escolha pelo sistema de fachada ventilada não pode ser feita unicamente por questões estéticas. Vários fatores condicionam sua viabilidade, como a localização climática, a altura da edificação e os objetivos de desempenho da obra.

Outro fator condicionante é o tipo de edificação. Em hospitais, escolas, edifícios comerciais e residenciais de alto padrão, as exigências de conforto e manutenção são maiores, o que justifica o investimento inicial superior. Também é fundamental considerar a disponibilidade de mão de obra qualificada, materiais compatíveis com o sistema e condições estruturais da base suporte.

Por fim, aspectos normativos e legais também influenciam na decisão. Apesar da ausência de norma brasileira específica, recomenda-se a adoção de diretrizes internacionais, como a DIN 18516, para garantir segurança estrutural e desempenho. O uso do sistema requer um projeto detalhado, incluindo cálculo de cargas de vento, detalhamento de fixadores e especificações para isolamento e impermeabilização.

4. TECNOLOGIAS E TENDÊNCIAS

Nos últimos anos, o mercado de fachadas ventiladas tem sido marcado pela introdução de materiais e sistemas construtivos de alta performance. Entre as tecnologias emergentes, destacam-se os porcelanatos de fina espessura (a partir de 3 mm), que combinam leveza com resistência mecânica e são fixados por sistemas ocultos ou selantes estruturais. Essa abordagem reduz o peso próprio da fachada e agiliza a instalação.

Outra tendência é o uso de painéis fotovoltaicos integrados à fachada ventilada. Além de proteger a edificação, esses painéis produzem energia limpa, contribuindo para certificações ambientais e redução da pegada de carbono.

Por fim, o uso de tecnologias digitais, como BIM (Modelagem da Informação da Construção), tem sido fundamental para a compatibilização de sistemas e precisão na execução. Com ele, é possível planejar toda a montagem, reduzir desperdícios e prever interferências, especialmente em projetos de retrofit e fachadas com geometrias complexas.

5. COMO É PROJETADO

O projeto de fachada ventilada deve iniciar com a definição do material de revestimento e da subestrutura que garantirá sua estabilidade. Cada tipo de material impõe diferentes requisitos de ancoragem e espaçamento entre apoios, exigindo análise técnica cuidadosa. O dimensionamento estrutural deve considerar o carregamento de vento conforme a ABNT NBR 6123, além das dilatações térmicas dos materiais.

Em edições mais recentes, a modelagem 3D e simulações computacionais auxiliam na verificação de desempenho térmico e na paginação das placas, reduzindo perdas e otimizando a produção. Com um bom projeto, é possível atingir padrões internacionais de eficiência e durabilidade.

6. COMPARATIVO DE CUSTO COM FACHADAS CONVENCIONAIS

O custo de implantação de uma fachada ventilada é, em média, 25% a 40% maior que uma fachada convencional aderida, considerando materiais, subestrutura, mão de obra e sistemas complementares. Esse valor pode variar conforme o tipo de revestimento (ACM, cerâmica, vidro etc.), altura da edificação e logística de obra.

Entretanto, esse investimento adicional tende a se pagar ao longo do tempo por meio da redução do consumo energético com climatização, menor necessidade de manutenção e aumento da durabilidade. Estudos demonstram que, em condições de clima tropical como o brasileiro, o retorno do investimento pode ocorrer entre três a cinco anos.

7. VANTAGENS EM RETROFIT

O sistema apresenta elevada aplicabilidade em projetos de retrofit, sobretudo em função de sua configuração não aderida, que possibilita a instalação sobre o revestimento existente sem a necessidade de sua remoção. Essa característica minimiza o tempo de execução, elimina a geração significativa de resíduos sólidos e viabiliza a continuidade das atividades internas durante a intervenção.

O sistema contribui para a requalificação do edifício por meio da melhoria do desempenho térmico e acústico, elevando o padrão construtivo e a competitividade do imóvel sem demandar intervenções estruturais de grande porte.

Outro aspecto relevante é a viabilidade de integrar a passagem de novas infraestruturas prediais – como redes elétricas, hidráulicas e de climatização – no espaço da câmara de ventilação, especialmente em edificações antigas, otimizando intervenções e reduzindo impactos construtivos



Figura 20: Infraestrutura de gás e tubulação para cabeamento sob fachada ventilada
Fonte: Do autor, 2025.

8. DESVANTAGENS E DESAFIOS

Apesar das vantagens, a fachada ventilada apresenta desafios importantes. O primeiro é o custo inicial, que ainda é superior aos sistemas tradicionais, exigindo análise criteriosa de payback e compatibilidade com o tipo de empreendimento. Outro obstáculo é a falta de mão de obra especializada e de fornecedores experientes em algumas regiões do Brasil.

A ausência de normas técnicas brasileiras específicas para o sistema também é um problema. Projetistas recorrem às normas européias (DIN, ETAG) ou norte-americanas, o que exige adaptação ao contexto local. Isso pode gerar inseguranças em relação à responsabilidade técnica e ao desempenho em longo prazo.

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A fachada ventilada é uma solução eficiente e durável, indicada para obras novas e retrofit, com destaque em conforto térmico, acústico, estética e facilidade de manutenção. Estratégica para certificações ambientais e valorização patrimonial, enfrenta desafios como custo inicial, capacitação profissional e falta de normas nacionais. Com planejamento e execução qualificada, oferece retorno garantido em qualidade, eficiência e sustentabilidade.



SINDUSCON

Balneário Camboriú e Camboriú

SINDUSCON

Sindicato da Indústria da Construção de Balneário Camboriú e Camboriú

Rua Angelina, 555, bairro dos Municípios

Balneário Camboriú - SC

(47) 3367-1234 | 3367-6535

www.sindusconbc.com.br