XIX Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente ‘

ENTAC 2022

Ambiente Construído: Resiliente e Sustentável

Canela, Brasil, 9 a 11 novembro de 2022

Influência das etapas iniciais de projeto arquitetônico no desempenho ambiental da edificação

Influence of the initial design stages on the environmental building performance

Alessandra de Oliveira Costa

Universidade Federal do Rio de Janeiro - Programa de Pós-graduação em Arquitetura | Rio de Janeiro | Brasil | alessandra.costa@fau.ufrj.br

Leopoldo Eurico Gonçalves Bastos

Universidade Federal do Rio de Janeiro - Programa de Pós-graduação em Arquitetura | Rio de Janeiro | Universidade Vila Velha | Espírito Santo | Brasil | leopoldo.bastos@fau.ufrj.br

Resumo

O presente trabalho visa enfatizar sobre a importância da consideração dos critérios de desempenho para uma edificação, desde as etapas iniciais do processo de concepção de projeto do empreendimento. Para tanto, foi realizado um levantamento sobre os requisitos ambientais apresentados pelas principais certificações utilizadas no Brasil e a seguir verificado como os respectivos atendimentos se dão ao longo do processo de projeto. Observa-se felizmente, que a maioria das certificações examinadas consideram a necessidade de atendimento de requerimentos ambientais nas etapas iniciais de projeto, ou seja, desde a concepção do empreendimento até ao estudo preliminar.

Palavras-chave: Certificação Ambiental. Estudo Preliminar. Processo de Projeto. Conforto. BIM

Abstract

This work aims to emphasize the importance of achieving the building performance criteria, as soon as possible, for the design of a real estate development. For this, a survey considering the

Como citar:

COSTA, Alessandra; BASTOS, L.E.G. Influência das etapas iniciais de projeto arquitetônico no desempenho ambiental da edificação. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 19., 2022, Canela. **Anais do Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído.** Porto Alegre: ANTAC, 2022. p. 1-18.

environmental requirements is performed from the main certifications applied in Brazil, and then verified as these requirements fulfill the design process. In conclusion, happily, the majority of environmental certifications consider attendance in the beginning project stages, that is, from the conception phase up to the preliminary study.

Keywords: Environmental Certification. Preliminary Study. Design Process. Environmental comfort. BIM

INTRODUÇÃO

A cada ano que passa, a humanidade compreende melhor o quanto é necessário que as atividades causem menos impactos negativos ao meio ambiente e o quanto é importante que se preocupe com o uso consciente dos recursos naturais que o planeta dispõe, a fim de construir uma sociedade sustentável. As edificações têm um papel importantíssimo em todo esse processo, o que requer novas posturas, como indicado por Barroso-Krause et al (2012) sobre o impacto ambiental da construção civil.

> "A construção civil é sabidamente um dos setores da economia de maior impacto ambiental, tanto pelo consumo de recursos naturais e energéticos quanto pelos seus efeitos poluidores. Sabe-se que uma redução dos impactos advindos do setor requer mudanças substanciais em todo o processo de produção de edificações, mas que este esforço será compensado pela volta a um equilíbrio com a natureza e seus sistemas." (BARROSO-KRAUSE et al, 2012).

Com objetivo de produzir edificações mais eficientes ambientalmente, cada vez mais as certificações ambientais são requisitadas pelos clientes ou utilizadas como referência pelos arquitetos para o desenvolvimento do projeto. Salgado (2012) ressalta que quanto antes no processo de projeto os alvos forem definidos maior será o potencial de atendimento. Gonçalves (2015) reforça a importância de considerar os aspectos de desempenho desde as etapas iniciais de projeto ao indicar as simulações ambientais como parte da concepção arquitetônica.

> "Metodologicamente, sabe-se que o maior benefício dos procedimentos analíticos e das simulações computacionais para as análises de desempenho ambiental reside nas etapas iniciais de projeto, concomitante à definição do partido arquitetônico. Quando aplicados somente nas etapas finais do projeto, o seu papel se resume em uma ação corretiva e restrita, muitas vezes, resultando em uma contribuição marginal para o desempenho ambiental dos edifícios. Ao contrário disso, quando incluídos nas etapas de concepção e consolidação do projeto, esses procedimentos e simulações passam a fazer parte do processo de criação das soluções projetuais efetivamente dando forma e qualidade à arquitetura" (GONÇALVES, 2015).

INFLUÊNCIA DO BIM NO PROCESSO DE PROJETO

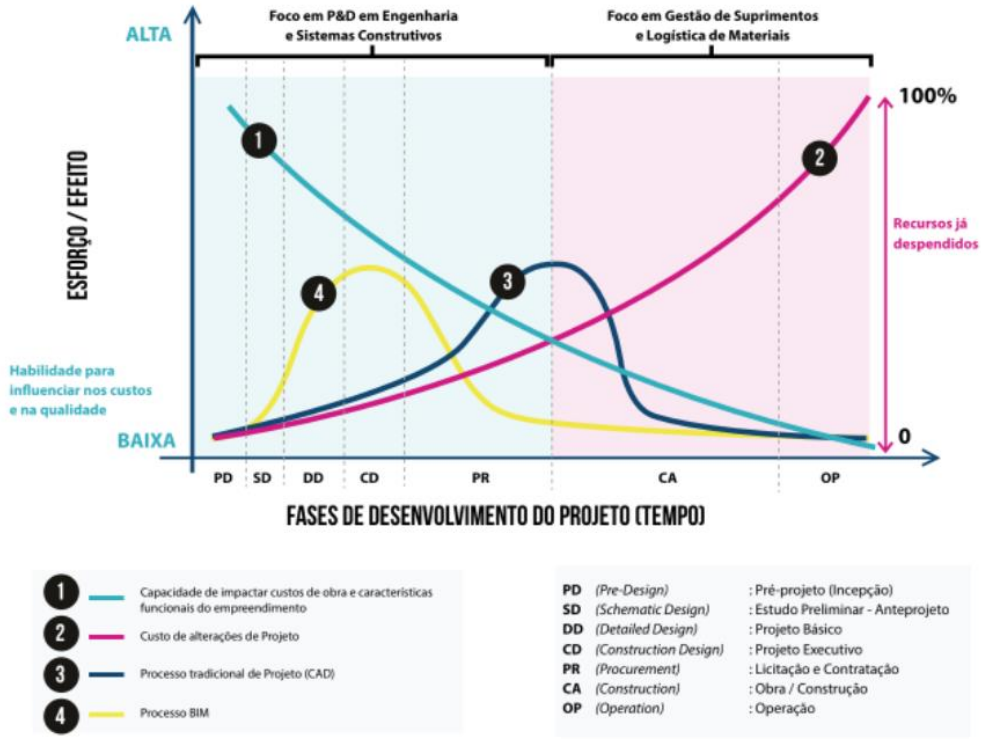
Com a constante evolução tecnológica, os hardwares e softwares são capazes de processar mais informações e assim processos são reformulados e aprimorados a cada dia. No âmbito da indústria AEC (Arquitetura, Engenharia e Construção) a utilização de

ferramentas que possibilitam, além da confecção de maquetes virtuais, a associação de informações e parâmetros aos elementos modelados deram origem ao Building Information Modeling ou Modelo de Informação da Construção (BIM).

A curva de esforço e efeito (figura 1) compara o processo de trabalho tradicional (CAD) com o processo de trabalho BIM. Enquanto no processo anterior, a maior energia era depositada na etapa de documentação do projeto, o segundo traz esse esforço para etapa de detalhamento do projeto em que o modelo está sendo aprimorado e revisado para que a construção seja executada com maior qualidade.

O gráfico ilustra que quanto mais cedo no processo as modificações ou as decisões forem tomadas no projeto, maior é o impacto na performance e menor é o esforço necessário para a execução da proposta.

Figura 1 – Gráfico comparativo entre o processo tradicional de desenvolvimento de projetos (CAD) e o processo BIM



Fonte: Coletânea Implementação do BIM para construtoras e Incorporadoras vol.1 (CBIC 2016)

O modelo de informação da edificação colabora para a antecipação de decisões pois permite a visualização dinâmica das relações entre disciplinas distintas, incentivando o diálogo entre os diversos agentes envolvidos. Segundo Barroso-Krause et al (2012), o processo de projeto integrado colabora para troca de conhecimentos técnicos desde a fase inicial.

> "O processo do projeto integrado envolve a participação dos especialistas durante a fase de concepção do edifício, que colaboram com conhecimentos técnicos e realizam estudos e simulações de desempenho desde a fase inicial. É nesta fase que são tomadas decisões importantes, tais como: implantação, forma, volume, relações de cheios e vazios, vedações, transparências,

matérias, aberturas, entre outros. Cada decisão tomada irá refletir no desempenho global da edificação. Uma das grandes dificuldades na avaliação das soluções é a necessidade de uma abordagem integrada, que torne possível a análise do projeto de forma global, ao invés da avaliação individual de cada decisão tomada separadamente." (BARROSO-KRAUSE et al, 2012).

Compreendendo a importância e o impacto das etapas iniciais de projeto no desempenho ambiental da edificação, o presente trabalho busca relacionar os requisitos das principais certificações ambientais com as etapas de projeto.

MÉTODO DE PESQUISA

Para o desenvolvimento desta pesquisa foram consultados os critérios de avaliação das principais certificações ambientais em uso no Brasil: Selo Casa Azul + Caixa, AQUA (Fundação Vanzolini), LEED (U. S. Green Building Council) e RTQ-R (PROCEL EDIFICA).

Os critérios e requisitos foram relacionados com etapas de projetos mencionados na NBR 16636, sendo indicado em qual etapa de projeto cada critério pode começar a fazer parte da discussão projetual.

DEFINIÇÃO DAS ETAPAS DE PROJETO

Para fins de desenvolvimento do artigo foi utilizada a definição das etapas de projeto listada na NBR 16636, que trata da "Elaboração e desenvolvimento de serviços técnicos especializados de projetos arquitetônicos e urbanísticos". As etapas, e suas siglas, estão listadas no quadro 1 a seguir.

Quadro 1: Siglas das etapas de projeto

Siglas	**Etapa de projeto**
PRE	fase de preparação, informações fornecidas pelo empreendedor
LVIT-ARQ	levantamento das informações técnicas específicas
PGN	programa geral de necessidades
EV-ARQ	estudo de viabilidade arquitetônica
EP	estudo preliminar
AP-ARQ	anteprojeto arquitetônico
PL	projeto para licenciamentos
AP-COMP	anteprojetos complementares
PECE	projeto completo de edificação
CONST	construção
PÓS OBRA	após a finalização da construção

Nota: as legendas "PRE", "CONST" e "PÓS OBRA" foram adicionadas pela autora. Fonte: o autor.

Segundo a NBR 16636, as etapas de projeto seguem as definições abaixo:

- Fase de preparação (PRE): atividade a serem desenvolvidas para produção de subsídios ao projeto, a serem fornecidos pelo empreendedor;
- Levantamento das informações técnicas específicas (LVIT-ARQ): obtenção das informações técnicas aplicadas necessárias ao desenvolvimento do projeto;
- Programa geral de necessidades (PGN): conjunto sistematizado de necessidades humanas, socioambientais e funcionais do contratante, objetivando a materialização do projeto;
- Estudo de viabilidade arquitetônica (EV-ARQ): etapa destinada à elaboração de análise e avaliações para seleção e recomendação de alternativas para a concepção arquitetônica e de seus respectivos elementos, instalações e componentes;
- Estudo preliminar (EP): etapa destinada ao dimensionamento preliminar dos conceitos do projeto da edificação ou dos espaços livres públicos e privados a ser realizada por profissional habilitado;
- Anteprojeto arquitetônico (AP-ARQ): etapa destinada à concepção e à representação das informações técnicas iniciais de detalhamento do projeto arquitetônico da edificação, ou dos espaços urbanos e de seus elementos, instalações e componentes, a ser realizada por profissional habilitado;
- Projeto para licenciamentos (PL): etapa destinada à representação das informações técnicas necessárias à análise e aprovação do projeto arquitetônico ou urbanístico, pelas autoridades competentes, com base nas exigências legais (municipal, estadual e federal), e à obtenção do alvará ou das licenças e demais documentos indispensáveis para as atividades de construção;
- Anteprojeto complementares (AP-COMP): etapa destinada à concepção e à representação das informações técnicas iniciais de detalhamento dos projetos complementares a serem elaborados pelas especialidades envolvidas e decorrentes dos projetos arquitetônicos que definiram os espaços;
- Projeto completo de edificação (PECE): etapa dedicada à finalização da compatibilização dos projetos executivos, e ao detalhamento das definições construtivas que envolve o conjunto de desenhos, memoriais, memórias de cálculo e demais informações técnicas das especialidades totalmente compatibilizadas e aprovadas pelo cliente, e necessários à licitação, à contratação e à completa execução de obra de edificação

Para o presente trabalho, foram consideradas como etapas iniciais de projeto: Fase de preparação; Levantamento das informações técnicas específicas; Programa geral de necessidades; Estudo de viabilidade arquitetônica, e Estudo preliminar.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados obtidos a partir das análises das certificações ambientais em uso no Brasil são retratados nas subseções seguintes e demonstrados através de quadros e gráficos.

SELO CASA AZUL

O Selo Casa Azul da caixa, dentre as certificações analisadas é a que possui maior percentual de critérios na Fase de preparação (PRE), pois apresenta categorias específicas para tratar das relações do empreendimento com o espaço urbano e com a comunidade local (Quadro 2). São elas: Qualidade urbana e bem estar e Desenvolvimento social. Apesar de ser uma etapa de projeto do empreendimento em que as decisões são fornecidas pelo empreendedor, os projetistas envolvidos podem aconselhar durante esta fase.

Quadro 2: Critérios de certificação Selo Casa Azul por etapa de projeto

Categoria	Critério	Etapa de projeto
Qualidade urbana e bem estar	Qualidade e Infraestrutura no Espaço Urbano	PRE
	Relação com o Entorno: Interferências e Impactos no empreendimento	PRE
	Separação de Resíduos	PGN
	Melhorias no Entorno	PGN
	Recuperação de Áreas Degradadas e/ou Contaminadas	PGN
	Revitalização de Edificações Existentes e Ocupação de Vazios Urbanos	PRE
	Paisagismo	EP
	Equipamentos de Lazer, Sociais, de Bem-estar e Esportivos	PGN
	Adequação às Condições do Terreno	EV-ARQ
	Soluções Sustentáveis de Mobilidade	PGN
Eficiência energética e conforto ambiental	Orientação ao Sol e estratégias bioclimáticas (livre escolha para Cristal)	EV-ARQ
	Desempenho e Conforto Térmico	EP
	Desempenho e Conforto Lumínico	EP
	Dispositivos Economizadores de Energia	PECE
	Medição Individualizada de Gás	EP
	Ventilação e Iluminação Natural dos Banheiros	EP
	Iluminação Natural de Áreas Comuns	EP
	Sistema de Aquecimento Solar	EP
	Geração de Energia Renovável	EP
	Elevadores Eficientes	AP-ARQ
	Gestão de Energia	EP
Gestão eficiente da água	Dispositivos Economizadores de Água	PECE
	Medição Individualizada de Água	EP
	Áreas Permeáveis	EV-ARQ
	Pegada Hídrica	PECE
	Reuso de Águas Servidas/Cinzas	EP
	Aproveitamento de Águas Pluviais	EP
	Retenção ou Infiltração de Águas Pluviais	EP

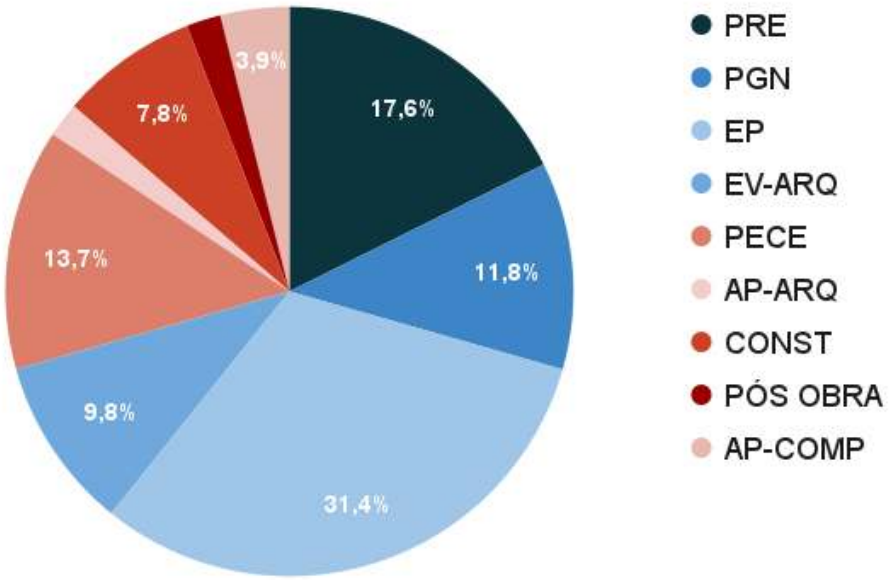
Continuação Quadro 2

Categoria	Critério	Etapa de projeto
Produção sustentável	Gestão de Resíduos da Construção e Demolição	PECE
	Fôrmas e Escoras Reutilizáveis (ou não utilizadas)	PECE
	Madeira Certificada	PECE
	Coordenação Modular	EV-ARQ
	Componentes Industrializados ou Pré-Fabricados	EP
	Uso de Agregados Reciclados	PECE
	Gestão Eficiente da Água no Canteiro	CONST
	Mitigação do Desconforto da População Local durante as Obras	CONST
Desenvolvimento social	Capacitação dos Moradore para Gestão, Manutenção e Operação do Empreendimento	PÓS OBRA
	Ações de Desenvolvimento Social no Território	PRE
	Educação Ambiental dos Trabalhadores e Moradores	PRE
	Ações de Planejamento Financeiro	PRE
	Inclusão de Trabalhadores Locais	CONST
	Capacitação dos Trabalhadores do Empreendimento	CONST
	Ações para Desenvolvimento Socioeconômico	PRE
	Ações de Integração Comunitária	PRE
Inovação	Aplicação do BIM na Gestão Integrada do Empreendimento	PRE
	Gestão para Redução das Emissões de Carbono	EP
	Sistemas Eficientes de Automação Predial	AP-COMP
	Conectividade	AP-COMP
	Ferramentas Digitais voltadas a Práticas de Sustentabilidade	EP
	Possibilidade de Adequação Futura das unidades	EV-ARQ
	Outras Propostas Inovadoras	PRE
Pontuação bônus	Critério de livre escolha	PGN

Fonte: o autor com base nas descrições e interpretação dos critérios da certificação Selo Casa Azul

O Selo ambiental da CAIXA apresenta 70,6% dos critérios capazes de serem considerados na fase de preparação ao estudo preliminar e 29,4% nas etapas seguintes (figura 2).

Figura 2 – Distribuição critérios de certificação Selo Casa Azul por etapa de projeto



Fonte: o autor.

CERTIFICADO AQUA PARA EDIFÍCIOS RESIDENCIAIS EM CONSTRUÇÃO

O projeto executivo completo da edificação tem elevado grau de influência na obtenção da certificação AQUA se comparada às demais analisadas. Isso ocorre devido a dependência da definição de materiais, equipamentos e mobiliários na obtenção dos critérios (quadro 3).

Quadro 3: Critérios da certificação AQUA para edifícios residenciais por etapa de projeto

Categoria	**Critério**	**Etapa de projeto**
Edifício e seu entorno	Análise do local do empreendimento	PRE
	Organização do terreno de modo a criar um ambiente agradável	EV-ARQ
	Organização do terreno de modo a favorecer a ecomobilidade	LVIT-ARQ
Produtos, sistemas e processos construtivos	Qualidade técnica dos materiais, produtos e equipamentos utilizados	PECE
	Qualidade ambiental dos materiais, produtos e equipamentos utilizados	PECE
	Qualidade sanitária dos materiais, produtos e equipamentos utilizados	PECE
	Revestimentos de piso	PECE
	Escolher fabricantes de produtos e fornecedores de serviços que não pratiquem a informalidade na cadeia produtiva	PECE

Continuação Quadro 3

Categoria	Critério	Etapa de projeto
Canteiro de obras	Compromissos e objetivos do canteiro	CONST
	Organização do canteiro	CONST
	Organização do canteiro	CONST
	Gestão dos resíduos de canteiro	CONST
	Limitação dos incômodos e da poluição no canteiro	AP-ARQ
	Consideração de aspectos sociais no canteiro de obras	AP-ARQ
Energia	Concepção térmica e estimativa da economia de energia	EP
	Redução do consumo de energia para os sistemas de condicionamento de ar, ventilação e exaustão	PECE
	Energia térmica solar e/ou painéis fotovoltaicos	EV-ARQ
	Desempenho do sistema para produção de água quente	PECE
	Iluminação artificial	AP-ARQ
	Elevador (se existir)	PECE
	Redução do consumo de energia dos demais equipamentos	PECE
	Controle do consumo de energia	EP
Água	Medição do consumo de água	EP
	Redução do consumo de água distribuída	EP
	Necessidade de água quente	EP
	Gestão das águas servidas	EP
	Gestão das águas pluviais	EP
Resíduos	Identificar e classificar a produção de resíduos de uso e operação com a finalidade de valorização	EP
	Escolha do modo coletivo de estocagem dos resíduos	PGN
	Reduzir a produção de resíduos e melhorar a triagem	EP
	Condições de armazenamento coletivo dos resíduos	EP
Resíduos	Remoção de resíduos independente do empreendimento (exigência a ser respeitada se o armazenamento dos resíduos for feito no recinto do empreendimento)	AP-ARQ
Manutenção	Informações sobre a manutenção	PECE
	Controle do fluxo de água	PECE
	Manutenção da área de armazenamento de resíduos (se existente)	EP
	Concepção de modo a assegurar uma manutenção eficiente dos outros equipamentos	AP-ARQ
	Gestão técnica do edifício e sistemas de automação residencial	PECE

Continuação Quadro 3

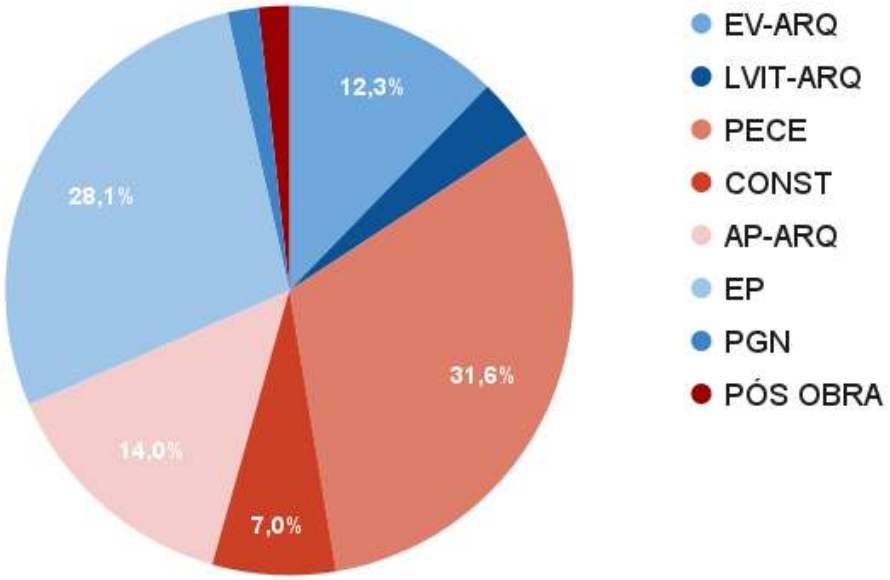
Categoria	Critério	Etapa de

		projeto
Conforto higrotérmico	Implementação de medidas arquitetônicas para otimização do conforto higrotérmico de verão e inverno	EV-ARQ
	Conforto e prevenção ao desconforto por frio	EV-ARQ
	Conforto e prevenção ao desconforto por calor	EV-ARQ
	Medida do nível de higrometria	PECE
Conforto acústico	Levar conta a acústica nas disposições arquitetônicas	EV-ARQ
	Qualidade acústica	AP-ARQ
Conforto visual	Contexto visual externo	EV-ARQ
	Iluminação natural	EP
	Iluminação artificial	AP-ARQ
Conforto olfativo	Controle das fontes de odores desagradáveis	EP
	Ventilação	EP
Qualidade dos espaços	Qualidade sanitária dos espaços	PECE
	Equipamentos domésticos	PECE
	Segurança	PECE
	Acessibilidade e adaptabilidade do edifício	EP
Qualidade do ar	Controlar as fontes de poluição externas	LVIT-ARQ
	Controlar as fontes de poluição internas	AP-ARQ
	Ventilação	EP
	Medir a qualidade do ar	PÓS OBRA
Qualidade da água	Qualidade da água	PECE
	Reduzir os riscos de legionelose e queimaduras	PECE

Fonte: o autor com base nas descrições e interpretação dos critérios da certificação AQUA para edifícios residenciais

Na figura 3 pode-se observar que 54,4% dos critérios foram classificados a partir do anteprojeto, sendo 31,6% na etapa de projeto executivo completo da edificação. No entanto, as etapas iniciais de projeto ainda apresentam grande relevância, representando 45,7% dos casos.

Figura 3 – Distribuição dos critérios da certificação AQUA para edifícios residenciais por etapa de projeto



Fonte: o autor.

LEED NOVAS CONSTRUÇÕES

A certificação LEED para novas construções apresenta equilíbrio entre as etapas de estudo preliminar e de projeto executivo completo da edificação devido a diversidade das categorias listadas (quadro 4).

Quadro 4: Critérios da certificação LEED novas construções por etapa de projeto

Categoria	**Critério**	**Etapa de projeto**
Localização e transporte	Localização do LEED Neighborhood (Bairros)	PRE
	Proteção de Áreas Sensíveis	PRE
	Local de Alta Prioridade	PRE
	Densidade do Entorno e Usos Diversos	PRE
	Acesso a Transporte de Qualidade	PRE
	Instalações para Bicicletas	EP
	Redução da Área de Projeção do Estacionamento	EV-ARQ
	Veículos Verdes	EP
Terrenos Sustentáveis	Prevenção da Poluição na Atividade de Construção	EV-ARQ
	Avaliação do Terreno	LVIT-ARQ
	Desenvolvimento do Terreno - Proteger ou Restaurar Habitat	LVIT-ARQ
	Espaço Aberto	EV-ARQ
	Gestão de Águas Pluviais	EP
	Redução de Ilhas de Calor	EV-ARQ
	Redução da Poluição Luminosa	AP-ARQ

Continuação Quadro 4

Categoria	Critério	Etapa de projeto
Eficiência Hídrica	Redução do Uso de Água do Exterior	EP
	Redução do Uso de Água do Interior	PECE
	Medição de Água do Edifício	EP
	Redução do Uso de Água do Exterior	AP-ARQ
	Redução do Uso de Água do Interior	EP
	Uso de Água de Torre de Resfriamento	EP
	Medição de Água	EP
Energia e Atmosfera	Comissionamento Fundamental e Verificação	AP-ARQ
	Desempenho Mínimo de Energia	EV-ARQ
	Medição de Energia do Edifício	AP-COMP
	Gerenciamento Fundamental de Gases Refrigerantes	EP
	Comissionamento Avançado	PECE
	Otimizar Desempenho Energético	EP
	Medição de Energia Avançada	PECE
	Resposta à Demanda	EP
	Produção de Energia Renovável	PGN
	Gerenciamento Avançado de Gases Refrigerantes	PECE
	Energia Verde e Compensação de Carbono	PGN
Materiais e Recursos	Armazenamento e Coleta de Recicláveis	PGN
	Plano de Gerenciamento da Construção e Resíduos de Demolição	PECE
	Redução do Impacto do Ciclo de Vida do Edifício	PECE
	Divulgação e Otimização de Produto do Edifício – Declarações Ambientais de Produto	PECE
	Divulgação e Otimização de Produto do Edifício – Origem de Matérias-primas	PECE
	Divulgação e Otimização de Produto do Edifício – Ingredientes do Material	PECE
	Gerenciamento da Construção e Resíduos de Demolição	CONST
Qualidade do Ambiente Interno	Desempenho Mínimo da Qualidade do Ar Interior	EP
	Controle Ambiental da Fumaça de Tabaco	AP-ARQ
	Estratégias Avançadas de Qualidade do Ar Interior	EP
	Materiais de Baixa Emissão	PECE

Continuação Quadro 4

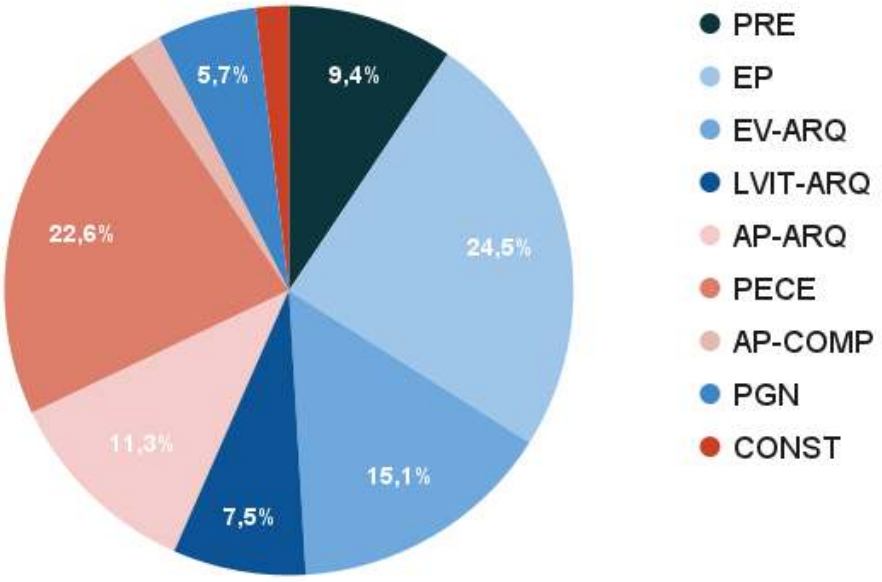
Categoria	Critério	Etapa de projeto

Qualidade do Ambiente Interno	Plano de Gestão da Qualidade do Ar Interior da Construção	PECE
	Avaliação da Qualidade do Ar Interior	PECE
	Conforto Térmico	EV-ARQ
	Iluminação Interna	AP-ARQ
	Luz Natural	EV-ARQ
	Vistas de Qualidade	EV-ARQ
	Desempenho Acústico	AP-ARQ
Inovação	Inovação	LVIT-ARQ
	Profissional Acreditado LEED	PRE
Prioridade regional	Prioridade Regional	LVIT-ARQ

Fonte: o autor com base nas descrições e interpretação dos critérios da certificação LEED para novas construções

Apesar do percentual de critérios enquadrados no PECE (22,6%) se aproximar dos 24,5% do estudo preliminar, as etapas iniciais de projeto representam 59,2% do gráfico (figura 4).

Figura 4 – Gráfico critérios certificação LEED por etapa de projeto



Fonte: o autor.

REGULAMENTO TÉCNICO DA QUALIDADE PARA O NÍVEL DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DE EDIFICAÇÕES RESIDENCIAIS (RTQ-R) - PROCEL EDIFICA

A certificação realizada pelo PROCEL EDIFICA para edificações residenciais, dentre as analisadas, é a que possui maior proporção de critérios relacionados à definição do programa da edificação (Quadro 5).

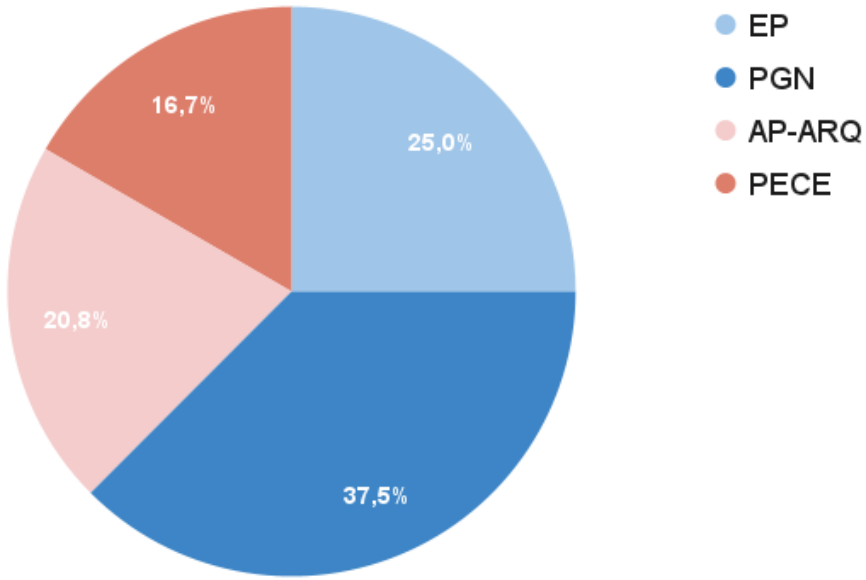
Quadro 5: Critérios da certificação RTQ-R por etapa de projeto

Categoria	Critério	Etapa de projeto
Envoltória	Transmitância térmica, capacidade térmica e absortância solar das superfícies	EP
	Ventilação natural	EP
	Iluminação natural	EP
Sistema de aquecimento de água	Sistema de aquecimento solar	PGN
	Sistema de aquecimento a gás	PGN
	Bombas de calor	PGN
	Sistema de aquecimento elétrico	PGN
	Caldeiras a óleo	PGN
Bonificações	Ventilação natural	EP
	Iluminação natural	EP
	Uso racional de água	PGN
	Condicionamento artificial de ar	PGN
	Iluminação artificial	AP-ARQ
	Ventiladores de teto	AP-ARQ
	Refrigeradores	PECE
	Medição individualizada	PGN
Áreas de uso comum	Iluminação artificial	AP-ARQ
	Bombas centrífugas	PECE
	Elevadores	PECE
Envoltória de áreas comuns de uso eventual	Iluminação artificial	AP-ARQ
	Equipamentos	PECE
	Sistemas de aquecimento de água	PGN
Bonificações áreas comuns	Uso racional de água	AP-ARQ
	Iluminação natural em áreas comuns de uso frequente	EP
	Ventilação natural em áreas comuns de uso frequente	EP

Fonte: o autor com base nas descrições e interpretação dos critérios da certificação RTQ-R

O programa geral de necessidades representa 37,5% do gráfico, é adicionado ao estudo preliminar perfazem 62,5% (Figura 5), indicando grande influência das primeiras etapas de projeto na obtenção desta certificação.

Figura 5 – Gráfico critérios da certificação RTQ-R por etapa de projeto



Fonte: o autor.

RESUMO DOS RESULTADOS

Com o resultado das análises, chegou-se à seguinte tabela resumo que retrata quantos critérios de certificação estão relacionados a cada etapa de projeto (Tabela 1).

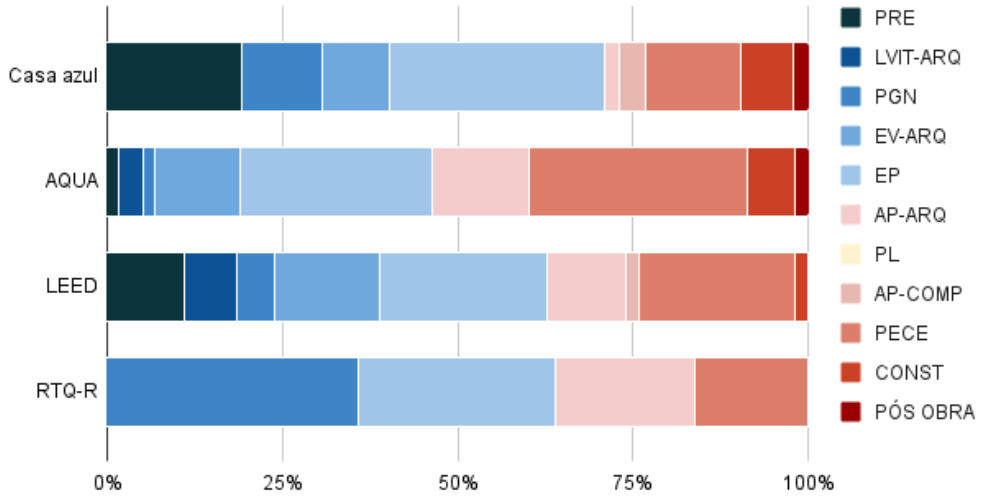
Tabela 1: Critérios de certificação e etapa de projeto

Certificações	PRE	LVIT-ARQ	PGN	EV-ARQ	EP	AP-ARQ	PL	AP-COMP	PECE	CONST	PÓS OBRA
Casa azul	10	0	5	5	17	1	0	2	7	4	1
AQUA	1	2	1	7	16	8	0	0	18	4	1
LEED	6	4	3	8	13	6	0	1	12	1	0
RTQ-R	0	0	9	0	7	5	0	0	4	0	0

Fonte: o autor.

Em conjunto com o diagrama abaixo (figura 6), é possível observar a concentração de critérios e requisitos nas etapas de Estudo Preliminar e no Projeto Executivo. A primeira, devido a ser a etapa em que os projetistas propõem um grande número de soluções que terão impacto nas etapas seguintes. O segundo, por representar o detalhamento do projeto da edificação, impactando na escolha de materiais e componentes.

Figura 6 – Diagrama relacionando critérios de certificações ambientais e etapas de projeto



Nota: A categorização por etapas foi realizada pela autora considerando um projeto genérico, podendo haver abordagens específicas de acordo com o projeto. Fonte: Desenvolvido pela autora.

Em três das quatro certificações analisadas (Casa Azul, LEED e RTQ-R) os critérios de desempenho que começam a ser analisados pelos projetistas nas etapas iniciais de projeto representam mais de 50%, enquanto na certificação AQUA se aproxima desse número.

CONCLUSÕES

Apesar de considerar um projeto genérico para a construção dos dados, a pesquisa demonstra que quanto antes sejam definidos a certificação almejada e/ou os critérios de desempenho a serem atingidos maior será a capacidade dos projetistas de alcançá-los e com maior eficiência.

REFERÊNCIAS

[1] ABNT-ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 16636-1. **Elaboração e desenvolvimento de serviços técnicos especializados de projeto arquitetônicos e urbanísticos - Parte 1: Diretrizes e terminologia**. 2017.

[2] ABNT-ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 16636-2. **Elaboração e desenvolvimento de serviços técnicos especializados de projeto arquitetônicos e urbanísticos - Parte 2: Projeto arquitetônico.** 2017.

[3] CAIXA. **Guia Selo Casa Azul**. Caixa. 2022

[4] CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO. **Implementação do BIM para Construtoras e Incorporadoras - parte 1: Fundamentos BIM**. Brasília, 2016.

[5] ELETROBRAS. **Regulamento técnico da qualidade para o nível de eficiência energética de edificações residenciais.** Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia-INMETRO. 2012

[6] Fundação Vanzolini e Cerqual. **Referencial de avaliação da qualidade ambiental de edifícios residenciais em construção**. Processo AQUA: Construções sustentáveis. 2021.

[7] GONÇALVES, Joana Carla Soares; BODE, Klaus (org.). **Edifício ambiental**. 1. ed. Oficina de textos, 2015.

[8] KRAUSE, Claudia Barroso et al. **Princípios de alta qualidade ambiental aplicados ao processo de seleção de projetos de arquitetura: o laboratório NUTRE.** Gestão e Tecnologia de Projetos, São Carlos, v. 7, ed. 1, p. 73-89, maio 2012.

[9] SALGADO, Mônica Santos et al. **Produção de edificações sustentáveis: desafios e alternativas.** Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 12, ed. 4, p. 81-99, out. 2012.

[10] SALGADO, Mônica Santos. **Projeto integrado - caminho para a produção de edificações sustentáveis: a questão dos sistemas prediais.** Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, Fortaleza, ed. XII, 2008.

[11] USGBC. **LEED v4 para projeto e construção de edifícios**. U. S. Green Building Council. 2014.