

U F *m* G

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
ESCOLA DE ARQUITETURA

**CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM SUSTENTABILIDADE DO AMBIENTE
CONSTRUÍDO**

**ESTUDO DE CASO: RESIDÊNCIA SUSTENTÁVEL SOB A
ÓTICA DOS CRITÉRIOS DA CERTIFICAÇÃO GBC BRASIL
CASA**

Laura Carolina Nunes de Lima

Belo Horizonte

2018

Laura Carolina Nunes de Lima

**ESTUDO DE CASO: RESIDÊNCIA SUSTENTÁVEL SOB A
ÓTICA DOS CRITÉRIOS DA CERTIFICAÇÃO GBC BRASIL
CASA**

Monografia apresentada ao Curso de Especialização em Sustentabilidade do Ambiente Construído da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial para obtenção do título de Especialista.

Orientadora: Professora MSc Karla Cristina de Freitas Jorge Abrahão

Belo Horizonte -MG

2018

“Nós moldamos nossos edifícios, e então
nossos edifícios nos moldam.”

Winston Churchill

AGRADECIMENTOS

À todos os professores do Curso de Especialização em Sustentabilidade do Ambiente Construído da Universidade Federal de Minas Gerais pela troca de experiências e pelo conhecimento compartilhado.

À Professora MSc Karla Cristina de Freitas Jorge Abrahão por sua generosidade, pela atenção e orientação que em muito enriqueceram esse trabalho com sua objetividade.

Aos meus pais Cleia e Dário pelo apoio e incentivo na minha formação acadêmica, sempre proporcionando uma educação de qualidade.

Aos meus irmãos Camila e Dário Jr. pelas opiniões sinceras quanto ao projeto, mesmo as vezes não compreendendo tecnicamente do que se tratava. À minha irmã pelas sugestões e correções textuais.

Aos arquitetos Milton Leite Ribeiro e Kênia de Souza Ribeiro Costa pela contribuição técnica para o desenvolvimento do projeto arquitetônico.

À arquiteta Vanessa Figueiredo por sua boa vontade e disponibilidade em me auxiliar quanto ao desenvolvimento do meu trabalho e expor sua experiência quanto a elaboração de monografia aplicando a certificação GBC Brasil Casa.

Ao GBC Brasil pela capacitação por meio dos cursos presenciais que participei em São Paulo: Curso GBC Brasil Casa e Condomínio e Curso Projeto Integrado: LEED v4 e GBC Brasil Casa e Condomínio. E ao Consultor sênior especialista em Green Building e Sustentabilidade Anderson Benite que ministrou os cursos, sempre dividindo sua experiência prática.

Aos amigos que conheci durante o curso de especialização por todos os bons momentos e conhecimento que compartilhamos nesses dois anos.

À todos que contribuíram a seu modo para o desenvolvimento de todas as etapas deste trabalho.

RESUMO

O setor da construção civil busca a inserção no contexto do desenvolvimento sustentável, almejando alcançar as metas estabelecidas pela Agenda 21 e que propiciem qualidade de vida para a população por meio de práticas e estratégias projetuais e construtivas voltadas para o desempenho das edificações. Diante disso, surgem conselhos e organizações que propõem metodologias para avaliar a eficiência e desempenho das construções. A exemplo dessas metodologias são as certificações, que compreendem normas técnicas e critérios a serem seguidos através dos quais buscam mitigar os impactos ambientais globais, seja reduzindo o consumo de recursos naturais e energéticos ou a redução de resíduos da construção, e amenizando o impacto ambiental, social e econômico causado na vizinhança onde o projeto será implantado. Esse trabalho fez uso do Guia de Certificação GBC Brasil Casa, voltado para residências unifamiliares, e que fornece métodos para projetar, construir e operar uma residência sustentável. Portanto, é baseado no guia que foi desenvolvido o projeto da residência estudo de caso seguindo os critérios da certificação para o alto nível de qualidade do ambiente construído.

Palavras-chave: Desenvolvimento Sustentável. Certificação Ambiental. GBC Brasil Casa. Residência Sustentável.

ABSTRACT

The construction sector seeks integration in the context of sustainable development, aiming to achieve the goals established by Agenda 21 and that provide quality of life for the population through practices and strategies designed and built for the performance of buildings. Given this, there are councils and organizations that propose methodologies to evaluate the efficiency and performance of buildings. Examples of these methodologies are certifications, which include technical standards and criteria to be followed through which they seek to mitigate global environmental impacts, either by reducing the consumption of natural and energy resources or by reducing construction waste, and by mitigating environmental impact, social and economic impact in the neighborhood where the project will be implemented. This work made use of the GBC Brasil Casa Certification Guide, aimed at single-family homes, and which provides methods for designing, building and operating a sustainable home. Therefore, it is based on the guide that was developed the case study residence case following the criteria of certification for the high level of quality of built environment.

Keywords: Sustainable Development. Environmental Certification. GBC Brasil Casa. Sustainable Residence.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	OBJETIVOS	13
2.1	Objetivo geral	13
2.2	Objetivos específicos.....	13
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	14
3.1	Sustentabilidade e a construção civil.....	14
3.2	Certificações.....	18
3.3	Certificação GBC Brasil Casa.....	23
4	ESTUDO DE CASO	28
4.1	Características locais e entorno urbano	28
4.2	Normativas	32
4.3	Concepção projetual.....	34
4.3.1	Categoria Implantação (IMP)	38
4.3.2	Categoria Uso Eficiente da água (UEA).....	52
4.3.3	Categoria Energia e Atmosfera (EA).....	59
4.3.4	Categoria Materiais e Recursos (MR).....	63
4.3.5	Categoria Qualidade Ambiental Interna (QAI)	69
4.3.6	Requisitos Sociais (RS)	73
4.3.7	Inovação e Projeto (IP)	76
4.3.8	Créditos Regionais (CR)	77
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	79
	REFERÊNCIAS.....	80
	APÊNDICE A.....	82
	APÊNDICE B.....	84
	ANEXO A	90

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Perfil mínimo de desempenho para certificação	20
Figura 2 – Etiqueta PBE Edifica	21
Figura 3 – Zoneamento bioclimático brasileiro	29
Figura 4 – Mapa hierarquia viária.....	30
Figura 5 – Avenida Adriano Bailoni	31
Figura 6 – Avenida Morum Bernardino.....	31
Figura 7– Avenida João Bernardes de Souza	31
Figura 8 – Rua Ordália Carneiro de Souza	32
Figura 9 – Avenida Cesário Crosara	32
Figura 10 – Perspectiva fachada frontal.....	35
Figura 11 – Perspectiva fachada frontal.....	35
Figura 12 – Pavimento térreo	36
Figura 13 – Pavimento superior	37
Figura 14 – Vista interna do lote.....	38
Figura 15 – Análise Bioclimática	39
Figura 16 – Insolação fachadas	41
Figura 17 – Vegetação existente no lote	42
Figura 18– Seleção do terreno	43
Figura 19 – Localização preferencialmente desenvolvida	44
Figura 20 – Memorial área permeável e verde.....	45
Figura 21 – Recursos comunitários.....	46
Figura 22 – Mapa espaços abertos	48
Figura 23 – Praça Clarinda de Freitas.....	49
Figura 24 – Praça Lincoln.....	49
Figura 25 – Praça João Jorge Cury.....	49
Figura 26 – Zona de não distúrbio.....	50
Figura 27 – Pontos hidráulicos	54
Figura 28 – Fábrica tijolo solo cimento.....	67
Figura 29 – Representação da estrutura do sistema construtivo do tijolo ecológico demonstrando colunas, canaletas e grampos	90

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Checklist simples - Certificação GBC Brasil Casa – Versão 2	26
Tabela 2 – Normais Climatológicas Uberlândia: 1981-2010.....	28
Tabela 3 – Anexo VII, tabela 2, volumetria – Lei de uso e ocupação do solo	33
Tabela 4 – Programa de necessidades.....	34
Tabela 5 – Recursos comunitários	47
Tabela 6 – Espaços abertos.....	48
Tabela 7 – Uso eficiente da água - básico	53
Tabela 8 – Equipamentos Hidrossanitários	55
Tabela 9 – Uso eficiente da água - otimizado	56
Tabela 10 – Rotulagem Ambiental Tipo II - Produtos aplicados.....	66
Tabela 11 – Materiais com Declaração Ambiental de Produto.....	68
Tabela 12 – Critério de avaliação de desempenho térmico para condições de verão e inverno	70
Tabela 13 – Classificação do teor de Ureia Formaldeído – NBR 15316	73

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

ABNT: Associação Brasileira de Normas Técnicas
AQUA: Alta Qualidade Ambiental
BDI: Banco de Dados Integrados
CEIS: Cadastro Nacional de Empresas Inidôneas e Suspensas
CERFLOR: Programa Brasileiro de Certificação Florestal
CMMAD: Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento
CONAMA: Conselho Nacional do Meio Ambiente
CONPET: Programa Nacional da Racionalização do Uso de Derivados de Petróleo e do Gás Natural
CPDS: Comissão de Políticas de Desenvolvimento Sustentável
CR: Créditos Regionais
DAP: Declaração Ambiental de Produto
DMAE: Departamento Municipal de Água e Esgotos
DOF: Documento de Origem Florestal
EA: Energia e Atmosfera
EMEI: Escola Municipal de Educação Infantil
ENCE: Etiqueta Nacional de Conservação de Energia
FGTS: Fundo de Garantia do Tempo de Serviço
FSC: Forest Stewardship Council
GBC: Green Building Council
InBS: Instituto Brasileiro de Sustentabilidade
INMETRO: Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial
IP: Inovação e Projeto
ISO: International Organization for Standardization
HQE: Haute Qualité Environnementale
LEED: Leadership in Energy and Environmental Design
LEED BD+C: LEED Building Design and Construction
LEED O+M: LEED Building Operations and Maintenance
LEED ID+C: LEED Interior Design and Construction
LEED ND: LEED Neighborhood Development
MR: Materiais e Recursos
NBR: Norma Brasileira
OIA: Organismo de Inspeção Acreditado
ONU: Organização das Nações Unidas
PBE: Programa Brasileiro de Etiquetagem
PROCEL: Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica
PVC: Policloreto de Polivinila
QAI: Qualidade Ambiental Interna

RCD: Resíduos de Construção e Demolição

RS: Requisitos sociais

RTQ: Regulamento Técnico da Qualidade

SENAI: Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial

SESI: Serviço Social da Indústria

UAI: Unidade de Atendimento Integrado

UEA: Uso eficiente da Água

USGBC: United States Green Building Council

ZB: Zona Bioclimática

1 INTRODUÇÃO

Desenvolvimento sustentável é definido como “aquele que atende às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade de as gerações futuras atenderem às suas necessidades” (ONU, 1987). É um modelo no qual se pretende o equilíbrio entre as questões ambientais, sociais e econômicas, ocorrendo num contexto de crítica aos modelos desenvolvimentistas vigentes.

Diante disso, no contexto das edificações, foram publicadas, em cenário internacional, as certificações para edificações com o intuito de promover práticas sustentáveis e impulsionar a redução dos impactos ambientais, como: o LEED, o HQE, o AQUA, o PBE Edifica e o GBC Brasil Casa.

No Brasil, a partir de 2006, foi implementada a primeira certificação LEED. Essa certificação contribui para a implementação da Agenda 21 na esfera federal e, apesar de ter adoção voluntária, apresenta diversos aspectos com objetivos de reduzir o impacto ambiental proveniente do processo construtivo das edificações.

Almejando os mesmos objetivos nas edificações residenciais foi desenvolvido em meados de 2011 o programa de certificação GBC Brasil Casa, o qual, em 2012, lançou o Referencial GBC Casa que estabelece critérios a serem adotados para as residências sustentáveis. Já em 2017 é proposta a versão 2 da Certificação com guias específicos para residências unifamiliares, Guia de Certificação GBC Brasil Casa, e multifamiliares, Guia de Certificação GBC Brasil Condomínio.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

O presente trabalho insere-se no contexto da sustentabilidade no setor da construção civil e propõe o desenvolvimento do projeto arquitetônico de uma residência unifamiliar localizado na cidade de Uberlândia, Minas Gerais, baseando-se através das diretrizes do Guia de Certificação GBC Brasil Casa, sem ter por finalidade atingir pontuações.

2.2 Objetivos específicos

- a) Realizar uma revisão bibliográfica no contexto de sustentabilidade de edificações.
- b) Projetar uma residência unifamiliar, utilizando-se do Guia de Certificação GBC Brasil Casa (GBC, 2017) para estabelecer diretrizes projetuais e sua aplicabilidade ao projeto.
- c) Pesquisar técnicas construtivas que atendam as demandas projetuais.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 *Sustentabilidade e a construção civil*

Os grandes feitos da tão celebrada Revolução Industrial estão começando a ser seriamente questionadas, sobretudo porque na época não se levou em conta o meio ambiente. Achava-se que o céu era tão vasto e claro que nada jamais mudaria sua cor; que os rios eram tão grandes e suas águas tão abundantes que as atividades humanas jamais lhes alterariam a qualidade; e que as árvores e florestas eram tantas que jamais acabaríamos com elas. Afinal, tornam a crescer. Hoje sabemos. (CMMAD, 1991, p.37)

Os modelos de desenvolvimento vigentes afirmam-se cada vez mais impraticáveis, evidenciando o modelo de desenvolvimento sustentável, este pautado, segundo Zambrano (2008, p.19), no “equilíbrio entre a preservação ambiental, a equidade social, os interesses da coletividade e a eficácia econômica”.

Nas últimas décadas vários acordos mundiais como a Declaração de Estocolmo, o Relatório de Brundtland, a Agenda 21, o Protocolo de Quioto e a Rio +20, foram elaborados a fim de discutir as questões ambientais associadas ao processo de desenvolvimento e estabelecer instrumentos capazes de impulsionar a redução de impactos sociais, econômicos e ambientais.

Em 1972 a Declaração de Estocolmo (ONU, 1972, p. 2) defendeu a preservação do meio ambiente humano com a convicção de que: “o homem tem o direito fundamental à liberdade, à igualdade e ao desfrute de condições de vida adequadas em um meio ambiente de qualidade tal que lhe permita levar uma vida digna e gozar de bem-estar”, tanto no presente quanto as gerações futuras. Questão enfatizada no Relatório Brundtland vinte anos depois.

A Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente - CMMAD, no início da década de 1980, presidida por Gro Harlem Brundtland, na época primeira-ministra da Noruega, teve seu documento final denominado de Relatório Brundtland, publicado em 1991, também conhecido como Relatório Nosso Futuro Comum, defendendo a “possibilidade de uma nova era de crescimento econômico, que tem de se apoiar em práticas que conservem e expandam a base de recursos ambientais” (CMMAD, 1991, p.1)

O Relatório de Brundtland estabeleceu propostas a serem adotadas pelos governos que evidenciam o aquecimento global e a destruição da camada de

ozônio. Além disso, o relatório apresentou a definição do desenvolvimento sustentável como aquele que “atende às necessidades do presente sem comprometer a capacidade de as gerações futuras atenderem também as suas” (CMMAD, 1991, p.9).

Dentre as medidas apresentadas na súmula desse relatório, disponível no site do Instituto Brasileiro de Sustentabilidade (InBS), pode-se destacar algumas mais direcionadas ao setor da construção civil:

- Diminuição do consumo de energia e desenvolvimento de tecnologias com uso de fontes energéticas renováveis;
- Controle da urbanização desordenada e integração entre campo e cidades menores;
- Uso de novos materiais na construção;
- Reestruturação da distribuição de zonas residenciais e industriais;
- Aproveitamento e consumo de fontes alternativas de energia, como a solar, a eólica e a geotérmica;
- Reciclagem de materiais reaproveitáveis;

Posteriormente ao Relatório de Brundtland temos a Agenda 21, um dos documentos resultantes da Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, que ocorreu no Rio de Janeiro em 1992 e, portanto, também conhecida como Eco-92 ou Rio-92. Além da Agenda 21, temos os seguintes documentos resultantes da Rio-92: Declaração do Rio; Declaração de Princípios sobre o Uso das Florestas; Convenção sobre a Diversidade Biológica e Convenção sobre Mudanças Climáticas.

A Agenda 21 é um “plano de ações e um instrumento político de construção da cidadania ativa para o desenvolvimento sustentável, desenvolvido em processo participativo e democrático” (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, p.12). Cada país desenvolve sua Agenda e as diretrizes a serem adotadas, almejando o equilíbrio entre as necessidades econômicas, sociais e os recursos naturais. A Agenda 21 brasileira é coordenada pela Comissão de Políticas de Desenvolvimento Sustentável – CPDS e composta de seis temas estratégicos:

- Gestão dos recursos naturais;
- Agricultura sustentável;
- Cidades sustentáveis;

- Infraestrutura e integração regional;
- Redução das desigualdades sociais;
- Ciência e tecnologia para o desenvolvimento sustentável.

C&T é mais conceitual e prospectivo; redução das desigualdades sociais é claramente mais centrado numa pauta que contempla temas sociais com foco de curto e médio prazos; infraestrutura é mais dirigido a ações que implicam investimentos em obras; integração regional levanta questões de interesse econômico e de ordenamento territorial; cidades e recursos naturais abrem maior espaço às agendas ambientais. (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2004, p.11)

A Agenda brasileira começou a ser implantada em 2003 e atualmente conta com centenas de Agendas 21 Locais decorrentes de iniciativas dos governos e sociedade locais e pode ser desenvolvida para áreas urbanas, rurais, áreas de preservação permanente e até mesmo para escolas e empresas estabelecendo metas para cumprir os objetivos do desenvolvimento sustentável. Dentre o período de desenvolvimento da Agenda 21 brasileira até a fase de sua implantação, foi definido em 1997 o Protocolo de Quioto, um tratado internacional e novo componente resultante da Eco-92.

O Protocolo de Quioto estabeleceu, como principal meta, que “os países industrializados reduziram suas emissões combinadas de gases de efeito estufa em pelo menos 5% em relação aos níveis de 1990 até o período entre 2008 e 2012.” (Protocolo de Quioto, p. 2). Fomenta o uso de fontes de energia renováveis além de determinar a proteção de sumidouros de gases do efeito estufa, como o dióxido de carbono.

A questão da redução da emissão desses gases continua integrando a pauta das Conferências anuais como a Rio +20, Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável, realizada no Rio de Janeiro no ano de 2012, é assim conhecida por marcar os vinte anos da Rio-92. A Rio +20 busca reiterar os acordos políticos para com o desenvolvimento sustentável.

Nós urgimos uma ação ousada e decisiva sobre o objetivo e temas da conferência. Nós renovamos nosso compromisso com o desenvolvimento sustentável e expressamos nossa determinação em buscar uma economia verde no contexto do desenvolvimento sustentável e da erradicação da pobreza. Nós reiteramos nossa determinação em fortalecer a estrutura institucional para o desenvolvimento sustentável. Juntas, nossas ações devem cobrir as lacunas de implementação e obter uma maior integração

entre os três pilares de desenvolvimento sustentável – o econômico, o social e o ambiental. (RIO +20, 2012, p.3)

Apesar de ora alcançar progresso e ora retrocesso é feito um balanço dos objetivos e metas já alcançadas em relação ao meio ambiente. A Rio +20 tem como temas a economia verde no contexto do desenvolvimento sustentável e da erradicação da pobreza e a estrutura institucional para o desenvolvimento sustentável.

Entretanto os resultados alcançados pela Rio +20 não foram os desejados, principalmente por impasses e desinteresse entre países, como citado no esboço inicial de resultados:

Observamos que, apesar dos esforços por Governos e agentes não estatais em todos os países, o desenvolvimento sustentável continua sendo uma meta distante e ainda restam grandes barreiras e lacunas sistêmicas na implementação de compromissos aceitos internacionalmente. (RIO +20, 2012, p.4)

Contudo no setor da construção civil, a sustentabilidade é termo cada vez mais presente no vocabulário dos diversos agentes como construtoras, fornecedores e consumidores finais.

A construção civil é grande consumidora de matéria prima e recursos naturais ao longo de sua cadeia produtiva, da fabricação de produtos passando pela construção e operação do edifício até a etapa pós-operacional. Conforme o Guia de Sustentabilidade na Construção “a noção de construção sustentável deve estar presente em todo o ciclo de vida do empreendimento, desde sua concepção até sua requalificação, desconstrução ou demolição”. (CÂMARA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO, 2008, p.15)

Desde o evento Rio-92 são instigadas pesquisas no mercado brasileiro que buscam solucionar questões referentes a relação das edificações com o meio ambiente, sem esquecer os aspectos sociais e econômicos. As demandas focam no consumo de água e energia, além do fornecimento através de fontes alternativas, gestão dos resíduos e em materiais e tecnologias ambientalmente preferíveis.

Infelizmente percebe-se no mercado de construções declaradas edifícios verdes ou sustentáveis sendo apenas um título de aparências, esse mundialmente nomeado de greenwashing, onde, por exemplo, pelo simples uso de um material

natural ou uma tecnologia a favor do meio ambiente e considera-se o edifício sustentável. Contudo isso não define um edifício sustentável.

A arquitetura sustentável é a continuidade mais natural da Bioclimática, considerando também a integração do edifício à totalidade do meio ambiente, de forma a torná-lo parte de um conjunto maior. É a arquitetura que quer criar prédios objetivando o aumento da qualidade de vida do ser humano, integrando as características da vida e do clima locais, consumindo a menor quantidade de energia compatível com o conforto ambiental, para legar um mundo menos poluído para as próximas gerações. (CORBELLA e YANNAS,2003)

Dado o exposto são criados conselhos e organizações voltadas para a construção sustentável, reconhecendo os sistemas de certificação ambiental, que permitem medições e comparativos quantitativos que fornecem dados quanto a eficiência da edificação.

3.2 Certificações

As certificações ambientais e de eficiência energética para edificações estabelecem parâmetros de avaliação através de critérios, permitindo quantificar as estratégias adotadas nos níveis ambiental, social e econômico.

As certificações são fornecidas por órgãos ou entidades que fazem a análise dos projetos e obras e determinam a efetivação, ou não, dos requisitos determinados por cada instituição.

Há certificações que possuem sistema de avaliação baseado em pontos concedidos pelo cumprimento dos créditos e requisitos que determinam padrões mensuráveis. E há outras que tem o sistema avaliativo baseado no desempenho através da gestão. São inúmeras as certificações, sendo algumas difundidas globalmente, como o *Leadership in Energy and Environmental Design* - LEED e o *Haute Qualité Environnementale* - HQE, além de outras específicas de cada país. No Brasil, além do LEED, podemos citar o PROCEL, o SELO AZUL e o GBC BRASIL CASA E CONDOMÍNIO.

3.2.1 LEED

A USGBC (United States Green Building Council) é uma organização não governamental fundada em 1993 com o intuito de promover práticas sustentáveis no

setor da construção civil, através de novas formas de se projetar. Posteriormente a sua fundação, criou-se o programa *Leadership in Energy and Environmental Design* (LEED).

O LEED é um sistema capaz de mensurar e classificar o quanto uma edificação é sustentável. A certificação aplica-se somente a edifícios permanentes e que recebem atividade humana. O LEED é atribuído pelo USGBC e atualmente está em vigor a versão LEED V4, tendo-se o 1º Referencial LEED aplicado em 1998.

No Brasil, o GBC Brasil (Green Building Council Brasil), organização não governamental, apoia a disseminação da certificação LEED no país, onde são aplicáveis os referenciais LEED BD+C: Building Design and Construction, LEED O+M: Building Operations and Maintenance, LEED ID+C: Interior Design and Construction e o LEED ND: Neighborhood Development. O programa pode ser aplicado a novas edificações ou a grandes reformas para diversas tipologias, que serão analisadas em oito categorias por meio de pré-requisitos obrigatórios e créditos que são opcionais, mas são os itens possíveis de pontuar. Para adquirir a certificação deve-se atingir uma determinada pontuação, nos abaixo citados.

- Certified: 40 pontos
- Silver: 50 pontos
- Gold: 60 pontos
- Platinum: 80 pontos ou mais

O LEED é uma certificação embasada em normas técnicas nacionais e internacionais para que proporcione o melhor desempenho para as edificações e é recomendado a participação de profissional acreditado pelo USGBC no processo de certificação de uma edificação.

3.2.2 HQE - AQUA

A *Haute Qualité Environnementale* (HQE) é uma certificação francesa baseada em referenciais de desempenho através de um processo de gestão de projeto e é a base para o sistema de certificação brasileiro AQUA - Alta Qualidade Ambiental. A certificação AQUA foi desenvolvida em 2008 e atende as regulamentações e normas brasileiras, além de ser adaptado a cultura e clima do Brasil, sendo aqui aplicada pela Fundação Vanzolini. Os parâmetros utilizados em todo o mundo respeitam as especificidades e diferenças de cada país. A certificação passou por

processo de adaptação até o ano de 2013, posteriormente alinhada a critérios globais do HQE, a Fundação Vanzolini passa a oferecer o AQUA-HQE, de reconhecimento internacional.

O programa de certificação AQUA é dividido em 14 categorias de desempenho, abaixo citadas. Cada categoria deve adquirir uma classificação nos níveis BASE, BOAS PRÁTICAS ou MELHORES PRÁTICAS, sendo o desempenho mínimo permitido com 7 categorias no nível BASE, 4 categorias no nível BOAS PRÁTICAS e 3 categorias no nível MELHORES PRÁTICAS. As categorias de desempenho ambiental, segundo a fundação Vanzolini, são:

- Relação do edifício com o seu entorno;
- Escolha integrada de produtos, sistemas e processos construtivos;
- Canteiro de obras de baixo impacto ambiental;
- Gestão da energia;
- Gestão da água;
- Gestão de resíduos de uso e operação do edifício;
- Manutenção – permanência do desempenho ambiental;
- Conforto higrotérmico;
- Conforto acústico;
- Conforto visual;
- Conforto olfativo;
- Qualidade sanitária dos ambientes;
- Qualidade sanitária do ar;
- Qualidade sanitária da água.



Base (B): Prática corrente ou regulamentar

Boas Práticas (BP): Boas Práticas

Melhores Práticas (MP): Desempenho calibrado conforme o desempenho máximo constatado recentemente nas operações de Alta Qualidade Ambiental.

Figura 1- Perfil mínimo de desempenho para certificação
Fonte: www.vanzolini.org.br

3.2.3 PROCEL – PBE Edifica

O Selo Procel foi criado em 1993, por meio de decreto presidencial, pelo Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica com o propósito de informar e promover a eficiência energética dos equipamentos e eletrodomésticos.

Com o tempo contudo busca-se também a eficiência energética das edificações, esta por meio da etiqueta PBE Edifica do Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE), criada em 2009 em parceria entre a Eletrobrás / PROCEL Edifica e o Inmetro.



Figura 2 – Etiqueta PBE Edifica
Fonte: www.creato.com.br/procel-edifica

A eficiência energética e desempenho devem ser avaliados na fase de projeto e com a edificação concluída para as tipologias comerciais, de serviço e públicas por meio do Regulamento Técnico da Qualidade para Nível de Eficiência Energética de Edificações Comerciais, de Serviços e Públicas (RTQ-C) que determina os requisitos a serem adotados para envoltória, iluminação e condicionamento de ar. Desde 2004, a Etiqueta é obrigatória para os edifícios públicos federais brasileiros.

Já para edificações residenciais são avaliados a envoltória e o sistema de aquecimento de água e para residências multifamiliares são avaliados ainda os

sistemas instalados nas áreas comuns como iluminação e elevadores, por meio do Regulamento Técnico da Qualidade para Residências (RTQ-R).

A avaliação na fase de projeto pode ser por método prescritivo ou simulação computacional, já para a edificação concluída a avaliação ocorre por inspeção *in loco*. A Etiqueta PBE Edifica é emitida por um Organismo de Inspeção Acreditado (OIA).

3.2.4 SELO AZUL

O Selo Azul é um sistema de classificação criado pela CAIXA para incentivar práticas sustentáveis nos empreendimentos habitacionais que financia. Conforme o Guia Selo Azul Caixa são estabelecidos critérios a serem seguidos, divididos em seis categorias quanto a qualidade urbana, projeto e conforto, eficiência energética, conservação de recursos materiais, gestão da água e práticas sociais.

Para obter o Selo Casa Azul a edificação deve satisfazer no mínimo 19 critérios obrigatórios, sendo a classificação possível em:

- Bronze: atende aos 19 itens obrigatórios;
- Prata: atende aos 19 itens obrigatórios, mais 6 opcionais;
- Ouro: atende aos 19 itens obrigatórios, mais, pelo menos, 12 opcionais.

3.2.5 GBC CASA E CONDOMÍNIO

A certificação GBC Brasil Casa e Condomínio é criada pelo Green Building Council Brasil com base no LEED Homes para atender as necessidades projetuais brasileiras e proporcionar melhor gestão dos recursos naturais e da operação das edificações, além da redução dos impactos ambientais causados pelas construções.

É voltada para residências unifamiliares e condomínios residenciais multifamiliares e possui um Guia de Certificação para cada modalidade: Guia de Certificação GBC Brasil Casa e o Guia de Certificação GBC Brasil Condomínio.

A certificação é segmentada em oito categorias: implantação; eficiência energética; uso eficiente da água; materiais e recursos; qualidade ambiental interna; requisitos sociais; inovação e projeto e créditos regionais, que estabelecem pré-requisitos, esses obrigatórios, e créditos a serem atendidos e pontuados. Para obter a certificação deve-se atender aos níveis:

- Verde: 40 – 49 pontos;
- Prata: 50 – 59 pontos;
- Ouro: 60 – 79 pontos;
- Platina: 80+ pontos

3.3 Certificação GBC Brasil Casa

A certificação GBC Brasil Casa foi desenvolvida pelo Green Building Council Brasil, com a intenção de fornecer ferramentas necessárias para projetar, construir e operar residências com alto desempenho e práticas sustentáveis. (GBC Brasil, p. 1).

Em 2012 o GBC Brasil desenvolveu o programa de certificação Referencial GBC Casa, voltado para residências, na busca de definir critérios aplicáveis ao território brasileiro e suas peculiaridades, como tecnologias construtivas, questões ambientais (clima) e capacitação profissional, uma vez que o Referencial LEED Homes do USGBC não é aplicável no Brasil.

Em 2017 é proposta a versão 2 da Certificação GBC Brasil Casa e lançada a Certificação GBC Brasil Condomínio. A Certificação GBC Brasil Casa tem por objetivos (Guia de Certificação GBC Casa, 2017, p.02):

- Mitigação dos impactos da mudança climática;
- Melhoria da saúde humana e bem estar do ocupante;
- Proteção e restauração de recursos hídricos;
- Proteção e restauração da biodiversidade e os serviços ecossistêmicos;
- Desenvolvimento da economia verde;
- Aumento da comunicação e educação contribuindo para o aumento da equidade social, justiça ambiental, saúde comunitária e qualidade de vida.

A Certificação GBC Casa é um modelo quantitativo com aplicabilidade voluntária. Para cumprimento dos objetivos o Guia de certificação é constituído de oito categorias, subdivididas em pré-requisitos e créditos, com pontuações específicas. Os pré-requisitos são itens obrigatórios e devem ser atendidos em sua totalidade para obtenção da certificação. As categorias são (Guia de Certificação GBC Casa, 2017, p.04):

- Implantação (IMP)
- Uso eficiente da água (UEA)

- Energia e atmosfera (EA)
- Materiais e recursos (MR)
- Qualidade ambiental interna (QAI)
- Requisitos sociais (RS)
- Inovação e projeto (IP)
- Créditos regionais (CR)

Além dos pré-requisitos obrigatórios em cada categoria, temos os créditos que são pontuáveis e deve-se atingir uma pontuação mínima para obtenção da certificação. Os níveis de certificação são (Guia de Certificação GBC Casa, 2017, p.09):

- Verde: 40 – 49 pontos;
- Prata: 50 – 59 pontos;
- Ouro: 60 – 79 pontos;
- Platina: 80+ pontos.

A tabela abaixo ilustra o checklist para conferência da pontuação e possibilidade de certificação. O checklist juntamente com o Guia de Certificação GBC Casa, permitem uma análise do projeto e diagnóstico dos créditos pretendidos.

Certificação GBC Brasil Casa – Versão 2

Checklist Simples

(Continua)

SIM	?	NÃO	IMPLANTAÇÃO (IMP)		21 PONTOS
S			Pré-requisito 1	Controle da erosão, sedimentação e poeira na atividade da construção	Obrigatório
S			Pré-requisito 2	Orientações de arquitetura bioclimática	Obrigatório
S			Pré-requisito 3	Não utilizar plantas invasoras	Obrigatório
S			Pré-requisito 4	Seleção do terreno	Obrigatório
			Crédito 1	Desenvolvimento urbano certificado (ou IMP2 a IMP5)	10
			Crédito 2	Urbanização do entorno e ruas caminháveis	1 a 2
			Crédito 3	Localização preferencialmente desenvolvida	1 a 3
			Crédito 4	Preservação ou restauração do habitat	1 a 2
			Crédito 5	Proximidade a recursos comunitários e transporte público	1 a 3

			Crédito 6	Acesso a espaço aberto	1	
			Crédito 7	Redução do impacto da obra no terreno	1	
			Crédito 8	Paisagismo	1 a 5	
			Crédito 9	Redução da ilha de calor	1 a 2	
			Crédito 10	Controle e gerenciamento de águas pluviais	1 a 2	
SIM	?	NÃO	USO EFICIENTE DA ÁGUA (UEA)			13 PONTOS
S			Pré-requisito 1	Uso eficiente da água - básico	Obrigatório	
S			Pré-requisito 2	Medição única do consumo de água	Obrigatório	
			Crédito 1	Uso eficiente da água – otimizado	1 a 3	
			Crédito 2	Medição setorizada do consumo de água	1 a 2	
			Crédito 3	Uso de fontes alternativas não potáveis	1 a 5	
			Crédito 4	Sistemas de irrigação eficiente	1 a 2	
			Crédito 5	Plano de segurança da água	1	
SIM	?	NÃO	ENERGIA E ATMOSFERA (EA)			29 PONTOS
S			Pré-requisito 1	Desempenho mínimo da envoltória	Obrigatório	
S			Pré-requisito 2	Fontes de aquecimento de água eficientes	Obrigatório	
S			Pré-requisito 3	Qualidade e segurança dos sistemas	Obrigatório	
S			Pré-requisito 4	Iluminação artificial – básica	Obrigatório	
			Crédito 1	Desempenho energético aprimorado	1 a 10	
			Crédito 2	Obter etiqueta PBR Edifica	1 a 3	
			Crédito 3	Desempenho aprimorado da envoltória	1 a 3	
			Crédito 4	Fontes eficientes de aquecimento solar	1 a 3	
			Crédito 5	Iluminação artificial – otimizada	1 a 2	
			Crédito 6	Equipamentos eletrodomésticos eficientes	1	
			Crédito 7	Energia renovável	1 a 4	
			Crédito 8	Comissionamento dos sistemas instalados	2	
			Crédito 9	Medição básica de energia	1	
SIM	?	NÃO	MATERIAIS E RECURSOS			14 PONTOS
S			Pré-requisito 1	Plano e gerenciamento de resíduos de construção e operação	Obrigatório	
S			Pré-requisito 2	Madeira legalizada	Obrigatório	
			Crédito 1	Gerenciamento de resíduos da construção	1 a 3	
			Crédito 2	Madeira certificada	1 a 2	
			Crédito 3	Rotulagem ambiental tipo I – materiais certificados	1	

			Crédito 4	Rotulagem ambiental tipo II – materiais ambientalmente preferíveis	1 a 3
			Crédito 5	Rotulagem ambiental tipo III – declaração ambiental do produto	1 a 3
			Crédito 6.1	Desmontabilidade e redução de resíduos – sistemas estruturais	1
			Crédito 6.2	Desmontabilidade e redução de resíduos – sistemas estruturais	1
SIM	?	NÃO	QUALIDADE AMBIENTAL INTERNA (QAI)		16 PONTOS
S			Pré-requisito 1	Controle de emissão de gases de combustão	Obrigatório
S			Pré-requisito 2	Exaustão localizada – básica	Obrigatório
S			Pré-requisito 3	Desempenho mínimo do ambiente interno	Obrigatório
			Crédito 1	Desempenho térmico	1 a 3
			Crédito 2	Desempenho lumínico	1 a 3
			Crédito 3	Desempenho acústico	1 a 3
			Crédito 4	Controle de umidade local	1
			Crédito 5	Proteção de poluentes provenientes de garagem	1
			Crédito 6	Controle de partículas contaminantes	1
			Crédito 7	Materiais de baixa emissão	1 a 2
			Crédito 8	Saúde e bem estar	1 a 2
SIM	?	NÃO	REQUISITOS SOCIAIS (RS)		05 PONTOS
S			Pré-requisito 1	Legalidade e qualidade	Obrigatório
			Crédito 1	Acessibilidade universal	1
			Crédito 2	Boas práticas sociais para projeto e obra	1 a 2
			Crédito 3	Boas práticas sociais para operação e manutenção	1
			Crédito 4	Liderança em ação	1
SIM	?	NÃO	INOVAÇÃO E PROJETO (IP)		10 PONTOS
S			Pré-requisito 1	Manual de operação, uso e manutenção	Obrigatório
			Crédito 1	Projeto integrado e planejamento	3
			Crédito 2	Educação e divulgação	1 a 2
			Crédito 3	Inovação e projeto	1 a 5
SIM	?	NÃO	CRÉDITOS REGIONAIS (CR)		2 PONTOS
			Crédito 1	Prioridades regionais - Norte	1 a 2
			Crédito 2	Prioridades regionais – Nordeste	1 a 2
			Crédito 3	Prioridades regionais – Sul	1 a 2
			Crédito 4	Prioridades regionais – Sudeste	1 a 2
			Crédito 5	Prioridades regionais – Centro-Oeste	1 a 2

Tabela 1 – Checklist simples - Certificação GBC Brasil Casa – Versão 2
Fonte: Referencial GBC Casa – adaptado pela própria autora

Os Requisitos Mínimos para alcançar a certificação estabelecem obrigatoriamente que a construção seja permanente e não haja possibilidade de mobilidade futura, não podendo ser certificado por exemplo, em áreas construídas sobre barcos e sobre rodas. Outro requisito mínimo é o limite do terreno, que deve possuir perímetros que abranja em suas fronteiras apenas as atividades residenciais. Há também o requisito mínimo que determina o cumprimento das leis ambientais, municipais, estaduais e federais.

O projeto que busca otimizar seus resultados deve ser desenvolvido pelo Processo de Projeto Integrado por uma equipe que define a metodologia a ser adota para o projeto além de estabelecer cronogramas. No projeto integrado busca-se incluir, desde a fase inicial, todos os profissionais técnicos, construtores e proprietários para melhor viabilizar as propostas para o projeto.

Em virtude do que foi mencionado nos objetivos, esse trabalho propõe o desenvolvimento do projeto arquitetônico de uma residência unifamiliar na cidade de Uberlândia, embasado nas diretrizes do Guia de Certificação GBC Brasil Casa, sem ter por finalidade atingir pontuações.

4 ESTUDO DE CASO

4.1 Características locais e entorno urbano

O município de Uberlândia, em Minas Gerais, compõe a mesorregião do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba e está situada a 18° 54' 41" S de latitude e 48° 15' 21" O de longitude, e implantada no Planalto Meridional da Bacia do Paraná tem uma topografia levemente ondulada. Quanto a vegetação, predomina-se o cerrado e o abastecimento de água dá-se pelos Rios Uberabinha e Araguari, este também explorado em seu potencial hidrelétrico, pelas usinas de Nova Ponte, Miranda, Amador Aguiar I e II. (BDI – Banco de dados integrados, 2017)

Analisando as normais climatológicas de Uberlândia, Tabela 2, compreende-se que o clima é mesotérmico, com verão quente e chuvoso, e inverno ameno e seco.

TEMPERATURA MÍNIMA MENSAL (°C): 1981-2010											
JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
19,6	19,5	19,4	18,2	15,7	14,3	13,9	15,3	17,5	18,7	19,1	19,2
TEMPERATURA MÁXIMA MENSAL (°C): 1981-2010											
JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
29,4	29,9	29,5	29,2	27,5	26,8	27,0	29,3	30,6	30,8	29,6	29,1
UMIDADE RELATIVA DO AR COMPENSADA MENSAL (%)											
JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
78,8	77,2	78,9	73,9	70,9	68,1	61,9	56,3	58,7	66,9	74,0	79,5
PRECIPITAÇÃO ACUMULADA MENSAL (MM)											
JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
299,0	201,8	225,5	83,1	33,9	19,2	7,8	15,3	46,4	116,3	215,1	342,7

Tabela 2 – Normais Climatológicas Uberlândia: 1981-2010

Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia – INMET – adaptado pela própria autora

O território brasileiro tem seu clima mapeado, dividido em 8 zonas bioclimáticas. Estas zonas tem relação com as características climáticas das diversas áreas do território, que não obedecem ao mapeamento político ou divisão em estados ou regiões econômicas. A partir destes estudos e do seu respectivo mapa, pode se obter o clima de cada cidade, e relacioná-lo através de tabelas que indicam as estratégias e diretrizes construtivas bioclimáticas recomendadas para cada local, onde será projetada e construída uma edificação. O mapa do zoneamento bioclimático brasileiro compreende 8 diferentes zonas. (ABNT-CB-02, 2003)

Conforme o zoneamento estabelecido na NBR 15.220 – Parte 3, a cidade de Uberlândia está inserida na Zona Bioclimática 3 (ZB3). As estratégias bioclimáticas a

serem adotadas são a utilização de aberturas para ventilação natural com dimensões médias e as alvenarias e coberturas devem ser executadas com materiais de alta inércia térmica.

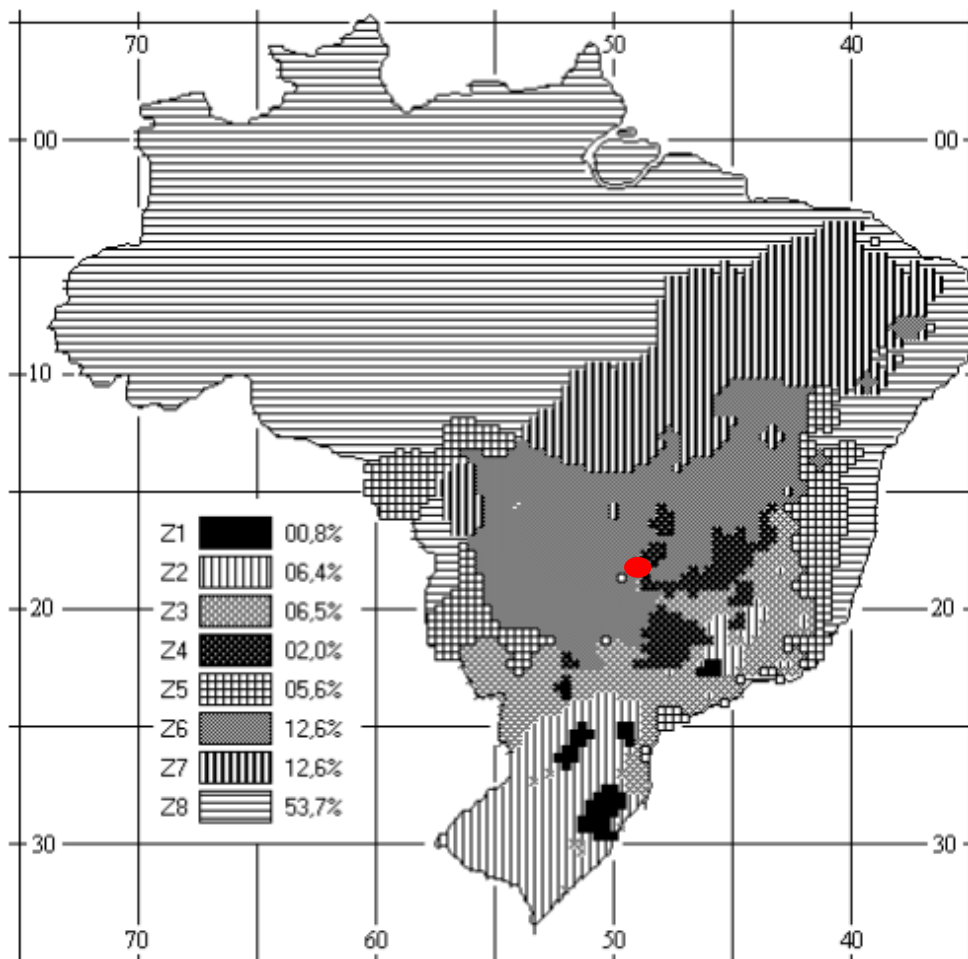


Figura 3 – Zoneamento bioclimático brasileiro

Fonte: NBR 15.220 – Parte 3 com localização em destaque na cor vermelho da cidade de Uberlândia, MG.

Após análise climatológica devemos compreender o entorno no qual o objeto estudo de caso, residência unifamiliar, está inserido, sendo que o lote está situado no Bairro Presidente Roosevelt, zona Norte de Uberlândia. É um bairro de uso misto que comporta equipamentos urbanos de diversas tipologias, mas predominando o uso residencial, em grande maioria no estilo contemporâneo.

Seguindo os ideais do Plano de Haussmann aplicados em Paris, foi realizado o traçado do Bairro Roosevelt. No plano de Haussmann, o traçado contaria com ruas que cortam em todos os sentidos, perspectivas com longas avenidas, praças com monumentos e edificações como marcos da paisagem. Todo o traçado seria cortado por grandes eixos, contornada por

um anel viário, e contaria com vias largas e arborizadas, sintetizando o ideal sanitarista. (PREFEITURA DE UBERLÂNDIA- IPCA nº 006/2011)

A residência situa-se, como acima descrito, no Bairro Presidente Roosevelt, à Rua Godofredo Machado, classificada na hierarquia viária como via local. Podemos analisar a hierarquia viária do entorno na figura abaixo:

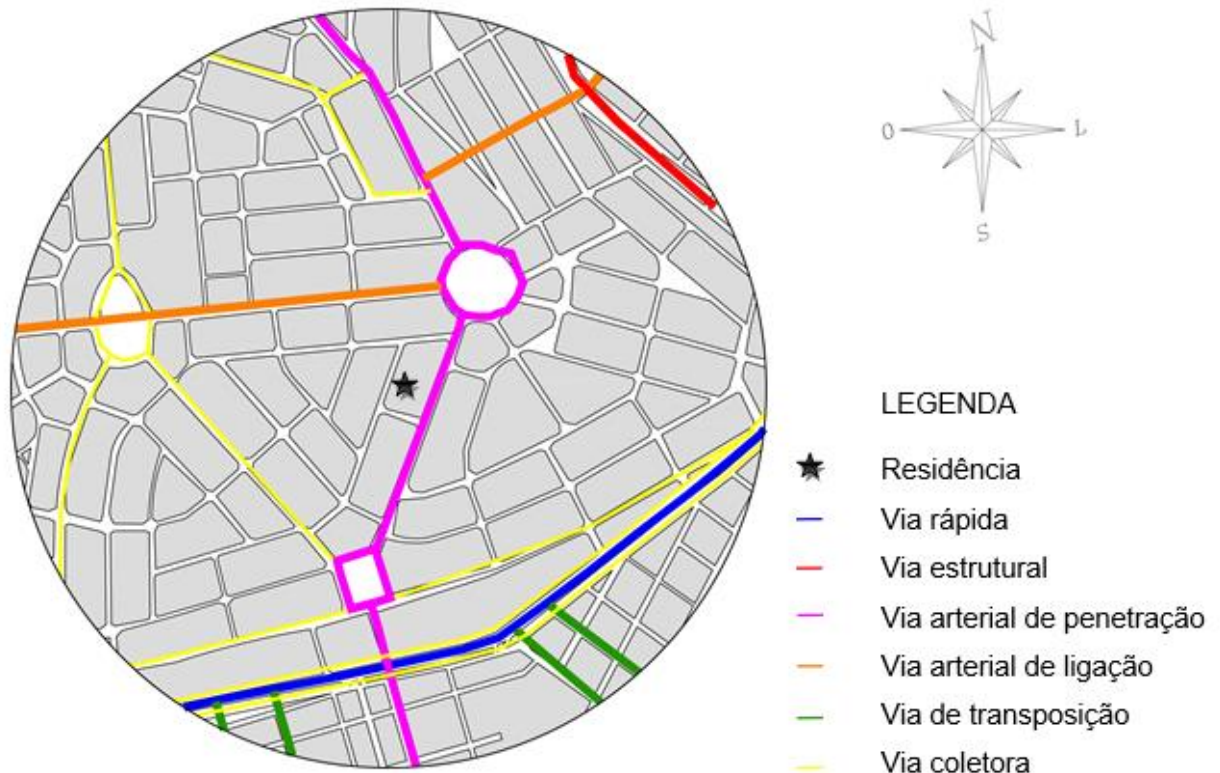


Figura 4 – Mapa hierarquia viária

Fonte: Prefeitura Municipal de Uberlândia – Adaptação: Própria autora

O entorno do terreno selecionado abrange vias de grande fluxo, tanto de automóveis quanto de pedestres, como a Via Arterial de Penetração: Avenida Adriano Bailoni (Figura 5), a Via Arterial de Ligação: Avenida Morum Bernardino (Figura 6) e as Vias Coletoras: Avenida João Bernardes de Souza (Figura 7), Rua Ordália Carneiro de Souza (Figura 8) e Avenida Cesário Crosara (Figura 9).



Figura 5 – Avenida Adriano Bailoni
Fonte: Própria autora



Figura 6 – Avenida Morum Bernardino
Fonte: Própria autora

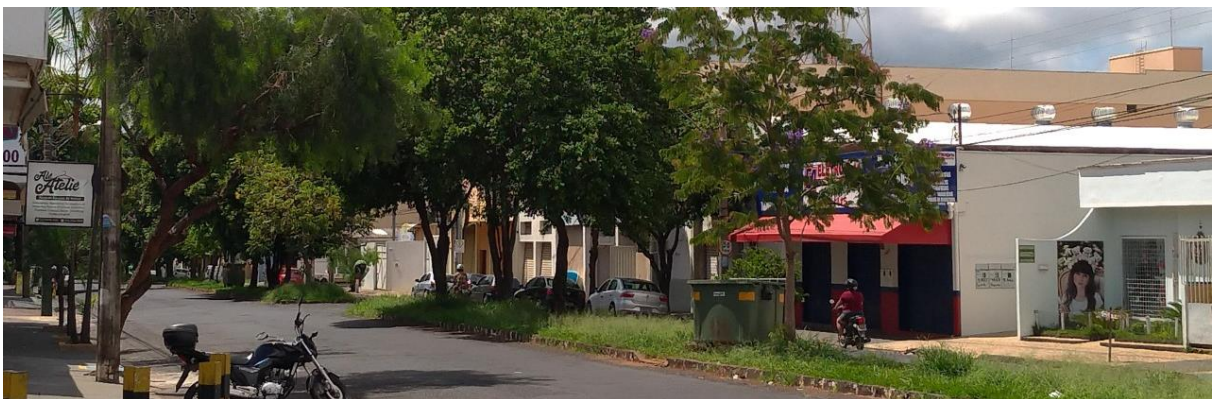


Figura 7– Avenida João Bernardes de Souza
Fonte: Própria autora



Figura 8 – Rua Ordália Carneiro de Souza
Fonte: Google Earth - 2018



Figura 9 – Avenida Cesário Crosara
Fonte: Própria autora

Nessas vias o uso misto é mais intenso, dentre os quais podemos citar as tipologias de comércio, serviços, institucional, saúde, além da residencial. As edificações que comportam tais usos são de gabaritos diversos, desde um pavimento até edifícios residenciais multifamiliares com mais de 10 pavimentos. A residência estudo de caso abrange dois pavimentos.

4.2 Normativas

O projeto da residência, objeto deste trabalho, foi desenvolvido baseado no Guia de Certificação GBC Casa almejando a redução dos custos operacionais por meio do consumo eficiente dos recursos naturais, como água e energia. Foram selecionados sistemas e materiais construtivos que geram menos resíduos e menor tempo de construção além de propiciarem maior conforto térmico.

O projeto atende a legislação municipal como o código de obras e a lei de uso e ocupação do solo. O código de obras municipal estabelece normas a serem

adotadas nas edificações como afastamentos laterais e de fundo com pelo menos 1/8 da altura da edificação. O pé direito dos ambientes de permanência transitória, como garagens não deve ser inferior a 2,40 metros, e de ambientes com permanência prolongada, como quartos, salas e cozinha, não deve ser inferior a 2,70 metros.

Da iluminação e ventilação natural fica determinado que as aberturas devem estar afastadas no mínimo 1,5 metro, perpendicularmente da divisa a qual está orientada e comunicar com ambiente externo. Para as dimensões das aberturas estipula-se o mínimo de 1/6 (um sexto) de área do ambiente com permanência prolongada e 1/8 (um oitavo) da área do ambiente com permanência transitória para iluminação e para ventilação a área deve ser no mínimo 50% da área exigida para iluminação.

O terreno, no qual foi desenvolvido o projeto, está situado na Zona Residencial 2, conforme a lei de uso e ocupação do solo de Uberlândia. Para esta zona são impostas as condições explicitadas na tabela abaixo.

ZONA	TAXA DE OCUPAÇÃO MÍNIMA (%)		COEFICIENTE DE APROVEITAMENTO MÁXIMO (M)	AFASTAMENTO FRONTAL E RECUO MÍNIMO (M)	AFASTAMENTO LATERAL E FUNDO MÍNIMO (M)	TESTADA MÍNIMA
ZR2	H2 ≤ 4 pav.	H2 ≥ 4 pav.	2,75	3	1,5	10
	60	40				

Tabela 3 – Anexo VII, tabela 2, volumetria – Lei de uso e ocupação do solo
Fonte: Adaptado pela própria autora

Portanto, para o desenvolvimento do projeto, devem ser atendidas as normativas citadas abaixo e todas as outras que se fizerem necessárias.

- Guia de Certificação GBC Brasil Casa – Segunda Versão
- Código de Obras de Uberlândia - Lei nº 4808 de 26 de outubro de 1988.
- Zoneamento do uso e ocupação do solo - Lei complementar nº 525, de 14 de abril de 2011.

4.3 Concepção projetual

A casa tem um extenso programa com área total de 387,61 m², contabilizados como área construída e distribuídos em dois pavimentos, buscando o melhor aproveitamento do terreno com maior área verde permeável possível. A tabela abaixo demonstra o programa e a área útil da residência.

SOCIAL				
ITEM	AMBIENTE	UNIDADE	A. UNIDADE (m ²)	TOTAL GERAL (m ²)
1	Abrigo	1	3,65	3,65
2	Vestíbulo	1	7,24	7,24
3	Sala Estar	1	25,99	25,99
4	Sala Jantar	1	25,99	25,99
5	Escritório	1	10,86	10,86
6	Lavabo	1	2,43	2,43
7	Varanda	1	32,72	32,72
8	Espaço Gourmet	1	11,79	11,79
9	Escada	1	10,44	10,44
10	Circulação	1	5,08	5,08
11	Jardim de inverno	1	5,41	5,41
12	Deck	1	16,76	-
13	Piscina	1	12,62	-
14	Banheiro	1	2,43	2,34
SUB TOTAL "A"				141,60
INTIMO				
13	Quarto térreo	1	14,10	14,10
14	Banheiro térreo	1	3,24	3,24
15	Quarto	2	13,70	27,40
16	Banheiro	2	3,24	6,48
17	Sala Televisão	1	31,94	31,94
18	Quarto Casal	1	20,09	20,09
19	Closet	1	10,80	10,80
20	Banheiro Casal	1	18,36	18,36
21	Circulação	1	10,22	10,22
SUB TOTAL "B"				142,63
SERVIÇO				
22	Garagem	1	28,32	28,32
23	Cozinha	1	18,82	18,82
24	Despensa	1	2,88	2,88
25	Depósito	1	2,04	2,04
27	Lavanderia	1	7,20	7,20
29	Circulação	1	2,67	2,67
SUB TOTAL "C"				61,43
TOTAL GERAL (A + B+ C) + aprox.10%				387,61

Tabela 4 – Programa de necessidades

Fonte: Própria autora

A definição do uso do Guia de Certificação GBC Brasil Casa para orientar as decisões projetuais parte da busca do proprietário por redução dos custos operacionais da sua futura residência e do desejo pelo uso do tijolo de solo cimento. São apresentadas algumas propostas sustentáveis e os requisitos da certificação GBC Casa, decidindo-se assim pela aplicabilidade da mesma como um modelo a ser seguido para residências sustentáveis. Entretanto, não é objetivo apresentar cálculos da pontuação para a obtenção da certificação.

Projeto: Apêndice B



Figura 10 – Perspectiva fachada frontal
Fonte: Própria autora



Figura 11 – Perspectiva fachada frontal
Fonte: Própria autora



Figura 12 – Pavimento térreo
Fonte: Própria autora

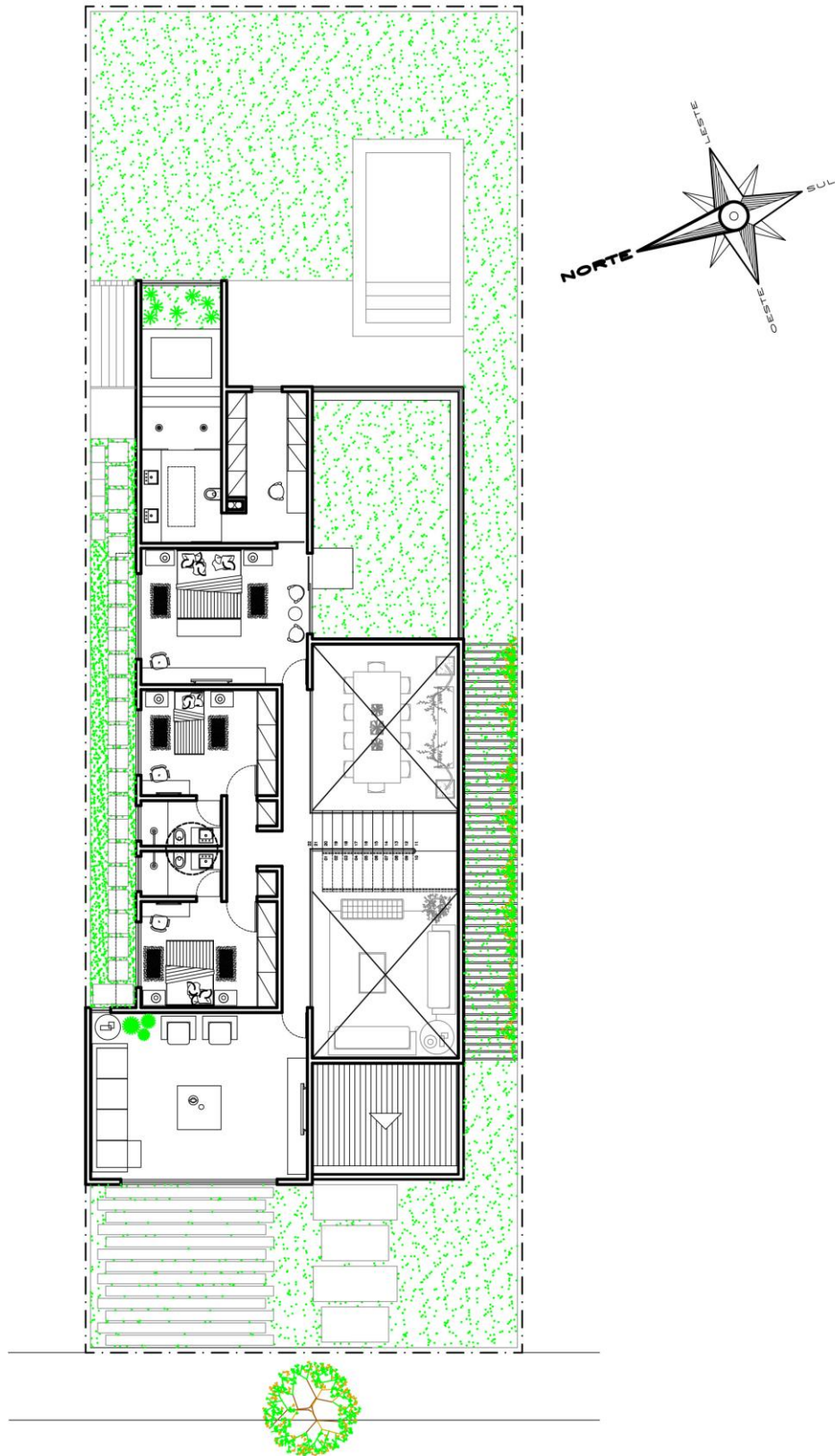


Figura 13 – Pavimento superior
Fonte: Própria autora

4.3.1 Categoria Implantação (IMP)

Esta categoria busca uma integração da edificação e seus ocupantes com o seu entorno imediato, desde a escolha do terreno até a pós ocupação da residência. São abordadas questões referentes a redução dos impactos ambientais e a relação na saúde e bem estar das pessoas.

4.3.1.1 IMP – Pré-requisito 1: Controle da erosão, sedimentação e poeira na atividade da construção

Objetivo: minimizar danos ambientais de longo prazo no lote da residência, durante o processo de construção. (Guia GBC Brasil Casa, p.17)

A fim de se evitar erosão ou sedimentação no canteiro de obras, deve-se adotar, durante a etapa de obras, algumas medidas preventivas principalmente nas partes com maior tráfego de trabalhadores ou maquinário.

A terra mais superficial retirada para construção da piscina deve ser armazenada, e devidamente protegida, na área de não distúrbio, descrita no Crédito 07 dessa categoria, para posteriormente ser utilizada no paisagismo. Já o restante da terra deve ser usado no aterro, diminuindo a necessidade de empréstimo.

Os afastamentos laterais posteriormente receberão tratamento paisagístico e receberão uma camada de brita, bem como o afastamento frontal do lote, que auxiliará também na redução dos sedimentos levados pelas chuvas.

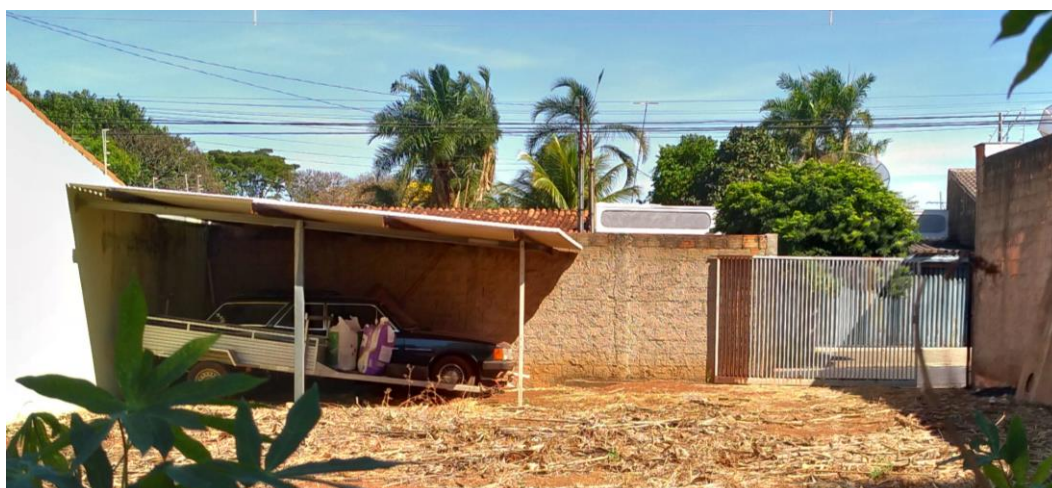


Figura 14 – Vista interna do lote
Fonte: Própria autora

4.3.1.2 IMP – Pré-requisito 2: Orientações na arquitetura bioclimática

Objetivo: conhecer as necessidades ambientais da residência a ser construída e trabalhar nas decisões projetuais, em função da excelência do projeto arquitetônico, por meio de estudos de insolação e orientação do projeto. (Guia GBC Brasil Casa, p.23)

O projeto foi desenvolvido aplicando-se conceitos de arquitetura bioclimática como a análise da carta solar para melhor orientação e distribuição dos cômodos quanto a insolação e ventos dominantes.

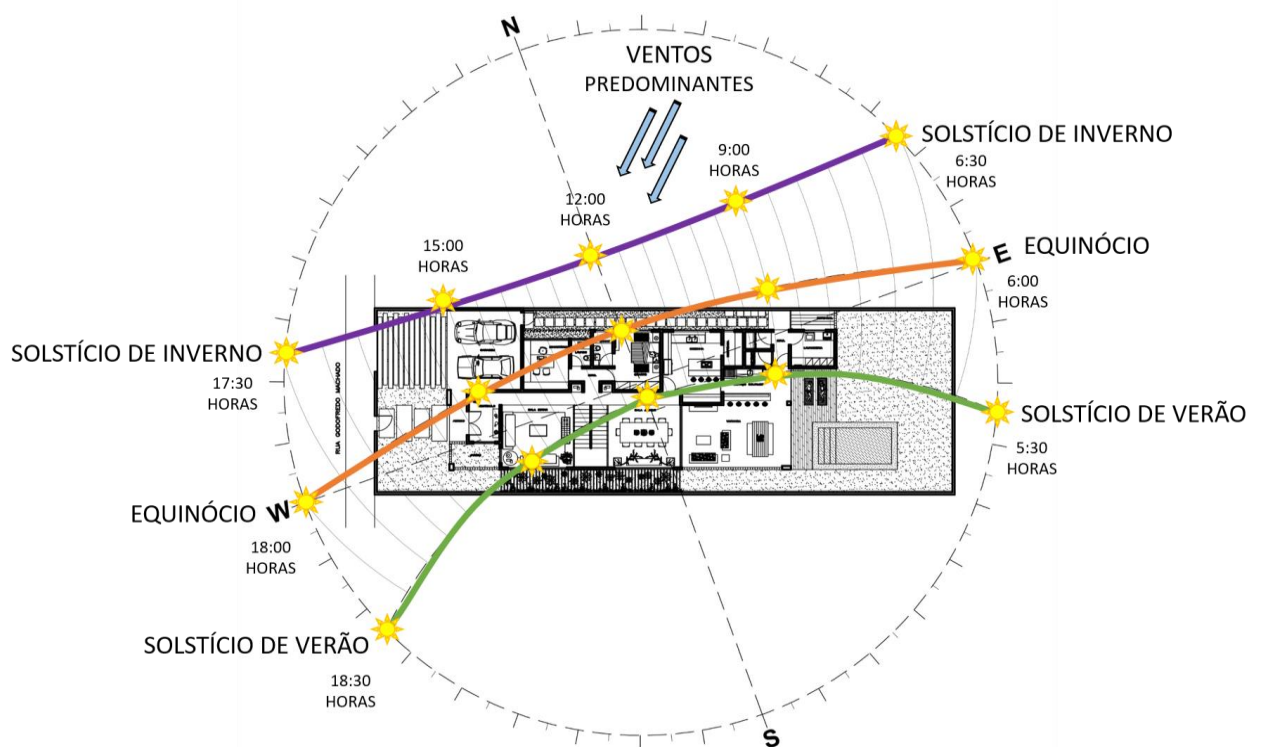
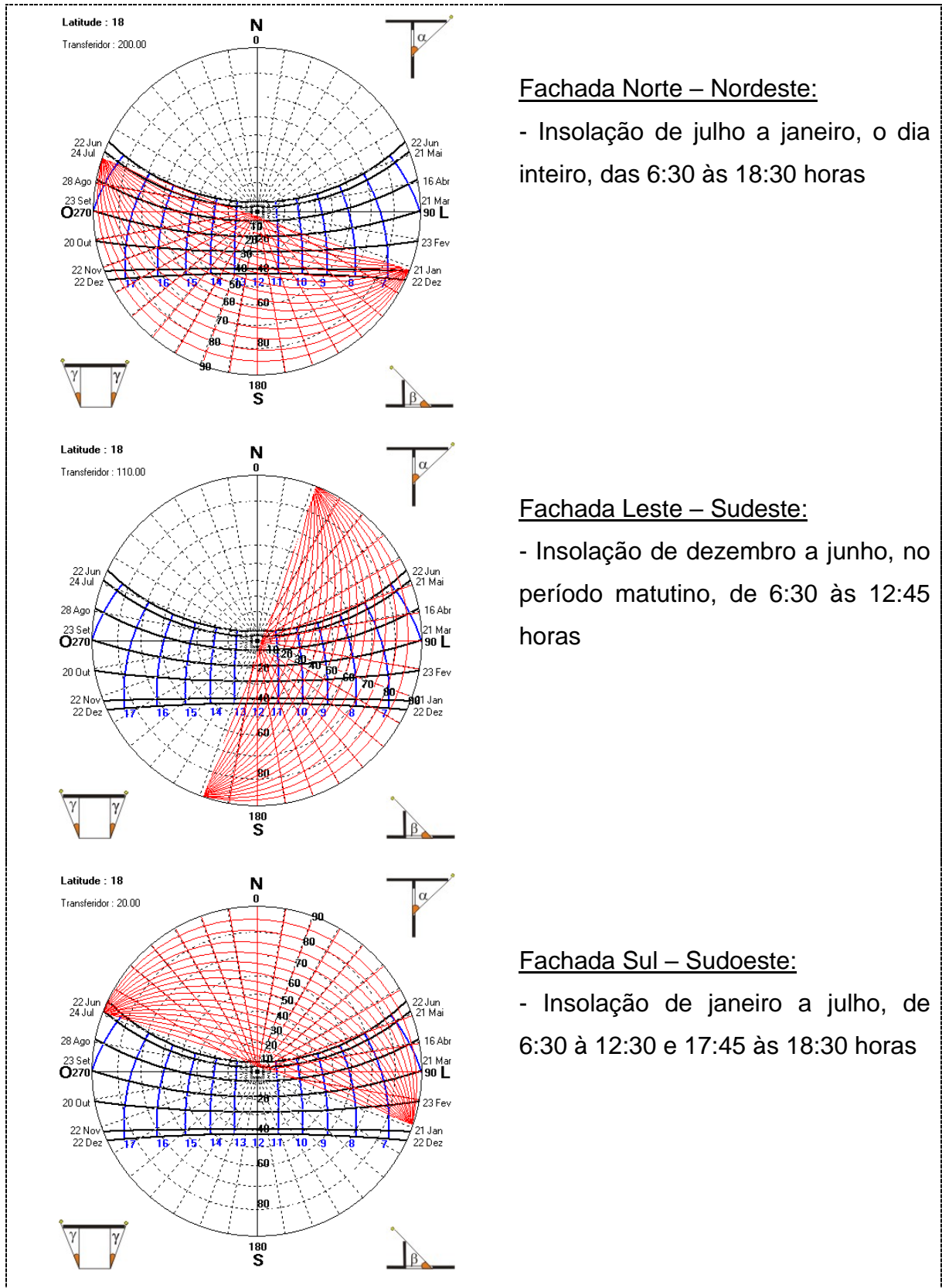


Figura 15 – Análise Bioclimática
Fonte: Própria autora

A residência tem formato retangular com quatro fachadas definidas, orientadas para norte-nordeste, leste-sudeste, sul-sudoeste e oeste-noroeste. Conforme análise das cartas solares relacionada à cada fachada (Figura 14) determina-se que a fachada norte-nordeste recebe sol durante todo o dia. Já na fachada leste-sudeste temos incidência do sol nascente enquanto que na fachada oeste-noroeste incide o sol poente, que também atinge a fachada sul-sudoeste em determinados momentos do ano, principalmente no verão.



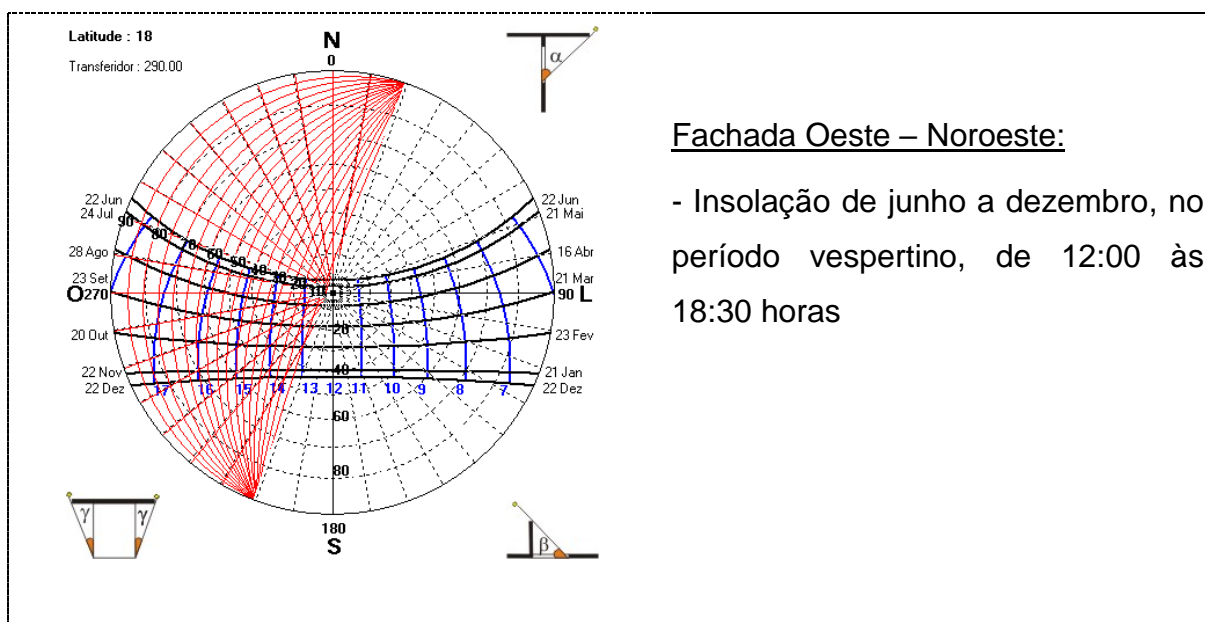


Figura 16 – Insolação fachadas
Fonte: Software Sol-Ar 6.2

A fachada norte-nordeste é a que comporta as aberturas para a maioria dos ambientes, e está voltada para melhor captação dos ventos predominantes que ocorrem de nordeste (BDI, 2017). Já as salas de estar e jantar que estão voltadas para a fachada sul-sudoeste e recebem o sol da tarde, as aberturas foram posicionadas de modo a permitir ventilação cruzada. As janelas destes ambientes são protegidas da insolação por pergolado que comportam trepadeiras, que além de auxiliarem contra a insolação ajudam a refrescar o ambiente.

Em relação aos elementos e sistemas que compreendem a residência podemos descrever o tijolo solo cimento para as paredes e esquadrias de PVC (policloreto de polivinila), garantindo melhor conforto térmico. A cobertura foi elaborada em telhado inclinado com telhas térmicas *topcomfort*, cor branca, com alto índice de refletância solar. O telhado comportará os painéis fotovoltaicos para geração de energia solar e placas para aquecimento da água.

4.3.1.3 IMP – Pré-requisito 3: Não utilizar plantas invasoras

Objetivo: utilizar no paisagismo plantas que não sejam invasoras. (Guia GBC Brasil Casa, p.29)

O pré-requisito determina o uso de plantas não invasoras, seja de espécies nativas brasileiras ou estrangeiras. O lote, para o qual foi desenvolvido o projeto da

residência, possui parcialmente vegetação existente. São, principalmente, árvores frutíferas, que em parte serão preservadas além de acrescidas em quantidade e variedade.



Figura 17 – Vegetação existente no lote
Fonte: Própria autora

Dentre as espécies existentes que serão preservadas estão uma mangueira (*Mangifera indica*), popularmente conhecida como manga coquinho, um limoeiro (*Citrus bigaradia*), popularmente conhecido como limão china, uma árvore nativa do cerrado brasileiro (*Brosimum gaudichaudii*), popularmente conhecida como mamica de cadela e três palmeiras nativas do Brasil (*Syagrus oleracea*), popularmente conhecida como guariroba.

4.3.1.4 IMP – Pré-requisito 4: Seleção do terreno

Objetivo: evitar construções em terrenos acidentalmente sensíveis e reduzir o impacto ambiental da construção no terreno. (Guia GBC Brasil Casa, p.33)

O proprietário já possui o terreno em local com infraestrutura existente com rede de abastecimento de água, tratamento de esgoto, distribuição de energia elétrica e malha viária. O terreno está situado em local já desenvolvido, cujo entorno imediato não contém áreas de preservação permanente. Os lotes com divisas adjacentes, são todos edificados.



Figura 18– Seleção do terreno
Fonte: Própria autora

4.3.1.5 IMP – Crédito 1: Desenvolvimento urbano certificado (ou IMP2 a IMP5)

Objetivo: minimizar o impacto ambiental de práticas de desenvolvimento em terrenos, construindo residências em núcleos de desenvolvimento urbano já certificados. (Guia GBC Brasil Casa, p.39)

Este crédito não é possível de ser aplicado, sendo que o sítio para construção da residência não se encontra em bairro com certificação ambiental.

4.3.1.6 IMP – Crédito 2: Urbanização do entorno e ruas caminháveis

Objetivo: melhorar a saúde pública, proporcionando ambientes agradáveis com ruas seguras, atraentes e confortáveis, promovendo entorno amigável e ruas caminháveis. (Guia GBC Brasil Casa, p.43)

Proporcionando ruas caminháveis e agradáveis, o lote possui calçada com largura de dois metros sendo arborizada com árvore de espécie nativa. O fechamento frontal do lote é em tijolo solo cimento e detalhes em tijolo maciço, estes dispostos de modo a permitir visão do interior do lote, oferecendo maior segurança tanto para os transeuntes quanto para os moradores da residência.

O projeto propõe o afastamento frontal de cinco metros. A testada do terreno é de 13 metros, e conforme determinado no crédito para lotes com menos de 15 metros nessa dimensão, apenas 3 metros é destinado a entrada e saída de veículos.

4.3.1.7 IMP – Crédito 3: Localização preferencialmente desenvolvida

Objetivo: incentivar a construção de casas certificadas próximas de comunidades já existentes. (Guia GBC Brasil Casa, p.49)

O Bairro Presidente Roosevelt é um loteamento que teve um desenvolvimento inicial lento mas que com o aumento populacional gradativo, passou a dotar de infraestrutura com rede de abastecimento de água e tratamento de esgoto. Posteriormente, já com os serviços e comércios emergindo, além de equipamentos voltados a saúde, educação e lazer, o bairro torna-se bastante atrativo.

O lote situa-se em vizinhança desenvolvida, com todos os lotes limítrofes já edificados, estes somados em perímetro do lote mais de 75%.



Figura 19 – Localização preferencialmente desenvolvida
Fonte: Google Earth – adaptado pela própria autora

4.3.1.8 IMP – Crédito 4: Preservação ou restauração do habitat

Objetivo: preservar as áreas naturais existentes e restaurar áreas danificadas para proporcionar habitat e promover a biodiversidade. (Guia GBC Brasil Casa, p.55)

Determina-se um mínimo de 5% a mais de área permeável e verde do que exigido pela legislação que neste caso é de 20%. O projeto possui 30,15% de área permeável e verde, conforme figura abaixo. No valor está descontado área de pisadas, pisograma, deck em madeira plástica, pergolado e áreas verdes sob projeção da cobertura.

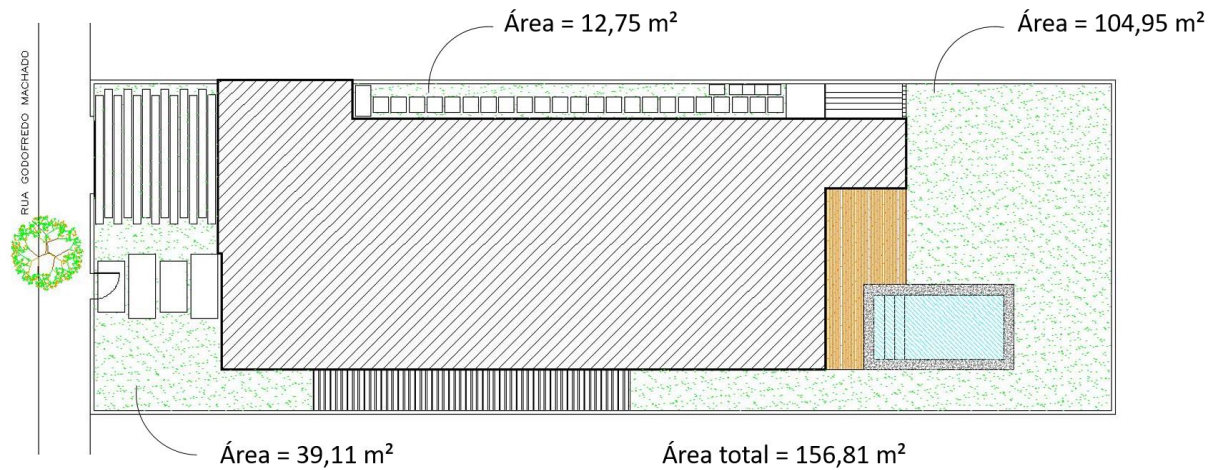


Figura 20 – Memorial área permeável e verde
 Fonte: Própria autora

A área verde permeável comporta vegetação de diversos portes e almejando o uso de espécies nativas para as novas plantas.

4.3.1.9 IMP – Crédito 5: Proximidade a recursos comunitários e transporte público

Objetivo: incentivar a construção de casas certificadas com padrões de desenvolvimento que permitam caminhar, pedalar bicicleta ou utilizar o transporte público de qualidade, minimizando, assim, a dependência de automóveis pessoais e suas associações aos impactos ambientais. (Guia GBC Brasil Casa, p.61)

A residência tem em seu entorno uso misto bastante diversificado e de fácil acesso por deslocamento a pé, pela proximidade dos recursos comunitários dentre os quais temos agências bancárias, correios, supermercados, farmácias, escolas e outros mais, situados na figura abaixo.



Figura 21 – Recursos comunitários
Fonte: Própria autora

ITEM	DESCRIÇÃO	DISTÂNCIA
01	Escola Estadual Guiomar de Freitas Costa	700 metros
02	Escola Municipal Professora Maria Leonor de Freitas	750 metros
03	SENAI Uberlândia Fábio de Araújo Motta / SESI Uberlândia Guiomar de Freitas Costa	650 metros
04	Escola Estadual Padre Mário Forestan	350 metros
05	EMEI Eurípedes Rocha	700 metros
06	EMEI Roosevelt	650 metros
07	Posto de saúde	650 metros
08	Paróquia São Judas Tadeu	800 metros
09	Agência Lotérica	650 metros
10	Agência Bancária	950 metros
11	Agência Bancária	1.000 metros
12	Farmácia	650 metros
13	Farmácia	550 metros
14	Farmácia	600 metros

15	Academia de Ginástica	600 metros
16	Academia de Ginástica	750 metros
17	Fundação de Ação Social Evangélica – Alcoólicos Anônimos	
18	Clínica veterinária 24 horas	550 metros
19	Consultório odontológico	510 metros
20	Consultório odontológico	400 metros
21	Consultório odontológico	430 metros
22	Padaria	400 metros
23	Padaria / Restaurante	350 metros
24	Restaurante	230 metros
25	Restaurante	230 metros
26	Quadra esportiva	350 metros
27	Supermercado Atacado / Varejo	550 metros
28	Supermercado	1.000 metros
29	Mercado	500 metros
30	Sindicato dos Empregados em Turismo e Hospitalidade	450 metros
31	Clube Recreativo	550 metros
32	Instituto Circo da Vida - Rede Cultura Real	

Tabela 5 – Recursos comunitários

Fonte: Própria autora

Ademais, vale mencionar uma delegacia de polícia localizada a 1.200 metros, uma Unidade de Atendimento Integrado (UAI Roosevelt) localizada a 1.400 metros e o Terminal Rodoviário Presidente Castelo Branco localizado a 1.300 metros. Quanto a outros serviços e comércio são inúmeras as lojas, situadas principalmente na Avenida Adriano Bailoni, na Avenida Morum Bernardino, na Avenida João Bernardes de Souza, na Rua Ordália Carneiro de Souza e Avenida Cesário Crosara.

4.3.1.10 IMP – Crédito 6: Acesso a espaço aberto

Objetivo: priorizar a construção de residências próximas a espaços abertos, estimulando passeios, atividades físicas e recreativas nas áreas externas, e contribuindo para a saúde e bem estar dos moradores. (Guia GBC Brasil Casa, p.67)

Próximo a residência temos alguns espaços abertos de área verde que são de acesso público e permitem caminhadas, ginástica, prática de skate e outras atividades físicas, além de serem bastante arborizadas. São três as praças na vizinhança de 1 quilometro, percorridos a pé, citadas abaixo.

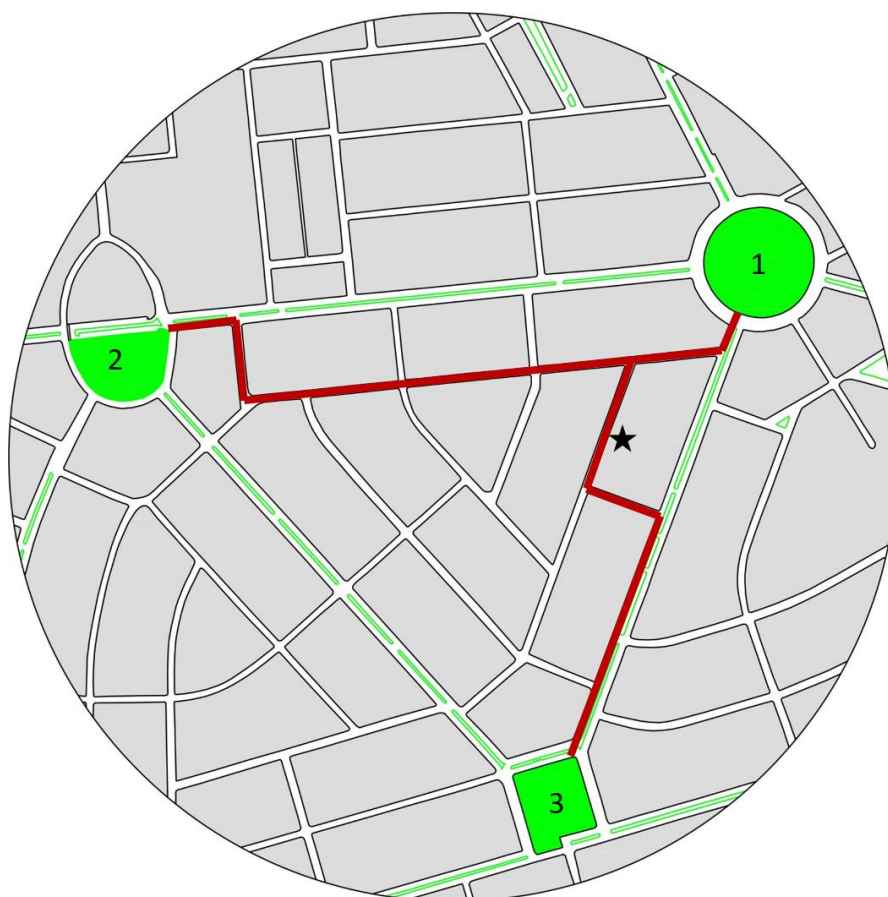


Figura 22 – Mapa espaços abertos
Fonte: Própria autora

ESPAÇO ABERTO	DISTÂNCIA	ÁREA
1 – Praça Clarinda de Freitas	245 metros	12.805,76 m ²
2 – Praça Lincoln	735 metros	7.209,02 m ²
3 – Praça João Jorge Cury	465 metros	6.994,23 m ²

Tabela 6 – Espaços abertos
Fonte: Própria autora

As praças Clarinda e Lincoln contam com equipamentos de academia ao ar livre, sendo que a Praça Clarinda também possui uma quadra descoberta, pista de caminhada e de skate. Já a Praça Lincoln conta com banca de jornal e lanchonetes, e por estar disposta junto a Igreja São Judas Tadeu sempre ocorrem eventos associados a igreja, como demonstrado na imagem abaixo, que retrata a montagem das barrquinhas da festa junina. A Praça João Jorge Cury é a de menor uso pela vizinhança, e possui lanchonete e um pequeno anfiteatro.



Figura 23 – Praça Clarinda de Freitas
Fonte: Google Earth - 2018



Figura 24 – Praça Lincoln
Fonte: Google Earth - 2018



Figura 25 – Praça João Jorge Cury
Fonte: Google Earth – 2018

4.3.1.11 IMP – Crédito 7: Redução do impacto da obra no terreno

Objetivo: minimizar a área de impacto da obra no terreno do projeto, reduzindo danos ambientais. (Guia GBC Brasil Casa, p.73)

Para redução do impacto da obra no terreno cria-se uma zona de não distúrbio. Esta zona contempla a vegetação já existente no lote e as novas espécies que serão implantadas e definidas em projeto paisagístico, somando em área, porcentagem maior que os 40% da área edificável do terreno livre, estabelecidos no crédito.

Cálculo:

Terreno: 520m²: taxa de ocupação 60% = área edificável de 312 m²

40% da área edificável = 312 m² – 246,88m² (área de cobertura) = 65,12m²

40% = 65,12 x 0,4 = 26,04 m²

Zona de não distúrbio projeto: 55,63 m² = 85,45%

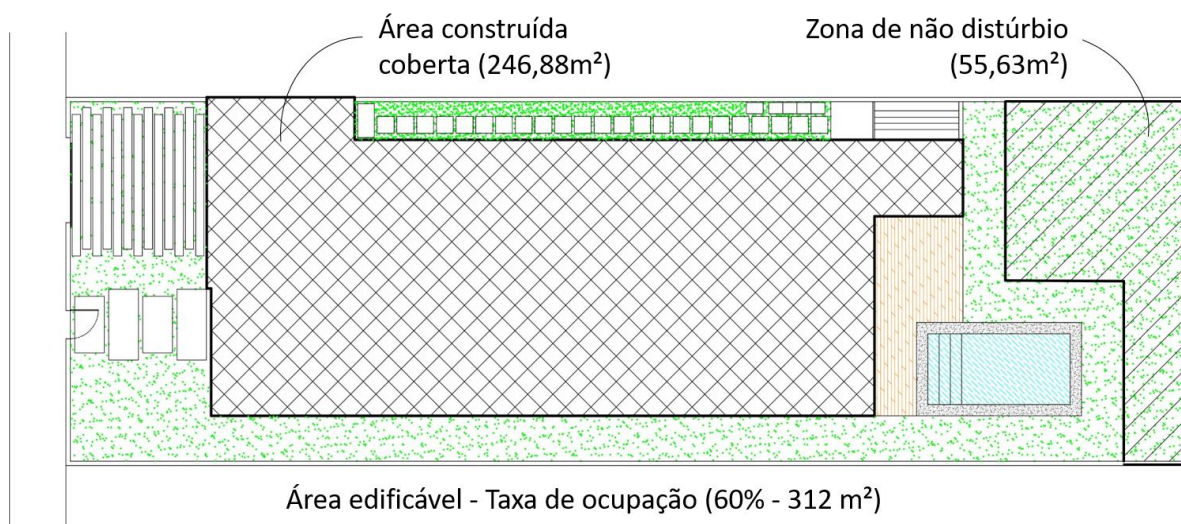


Figura 26 – Zona de não distúrbio
Fonte: Própria autora

A zona de não distúrbio será protegida antes do início das obras, com área delimitada por faixas zebreadas e de acesso apenas por responsável pela manutenção da vegetação.

4.3.1.12 IMP – Crédito 8: Paisagismo

Objetivo: priorizar estratégias e boas práticas de paisagismo e especificar no projeto de paisagismo espécies vegetais pertencentes ao ecossistema local. Essa estratégia reduz a demanda de água, pois espécies nativas da região são mais adaptadas às condições de clima e solo locais e promovem a biodiversidade e reequilíbrio ecológico. (Guia GBC Brasil Casa, p.79)

O paisagismo prioriza espécies nativas brasileiras além de preservar espécies estrangeiras, como o limoeiro e a mangueira. De árvores frutíferas introduziu-se o coqueiro (*Cocos nucifera*) também uma espécie estrangeira, bem como a jabuticabeira (*Myrciaria cauliflora*), uma espécie nativa.

Para o pergolado, a trepadeira escolhida foi a *Bougainvillea glabra*, popularmente conhecida como Três Marias, e para junto do muro aos fundos optou-se pelo arbusto da espécie *Banisteriopsis oxyclada*, popularmente conhecido como cipó prata. Ambas as espécies são nativas brasileiras. Conforme especificado em projeto, temos espaço destinado para horta orgânica.

4.3.1.13 IMP – Crédito 9: Redução de Ilha de Calor

Objetivo: Minimizar os efeitos de ilha de calor para os habitats de seres humanos e vida animal. (Guia GBC Brasil Casa, p.87)

A redução de ilha de calor é decorrente de estratégias aplicadas principalmente em áreas de piso e calçadas permeáveis e de cor clara, áreas de cobertura e telhado verde. Para a residência adota-se o sombreamento por vegetação e alta refletância solar na cobertura.

Cálculo:

Área de piso sem cobertura adotando as estratégias descritas	+	Área de cobertura adotando as estratégias descritas	+	Área de telhado verde adotando as estratégias descritas	≥	Área Total de piso sem cobertura	+	Área Total com cobertura
0,5		0,75		0,75				

$$51,22 / 0,5 + 192,51 / 0,75 + 31,95 / 0,75 \geq 69,06 + 254,39$$

$$25,61 + 144,38 + 23,96 \geq 323,45$$

$$193,95 \geq 323,45$$

A equação acima determina a redução de ilha de calor do projeto utilizando as estratégias determinadas e conforme resultado apresentado o projeto não atende aos requisitos estabelecidos para a redução de ilha de calor.

4.3.1.14 IMP – Crédito 10: Controle e Gerenciamento de águas pluviais

Objetivo: restituir o ciclo hidrológico natural, por meio da redução de superfícies impermeáveis, aumentando a infiltração das águas pluviais no solo, diminuindo o volume escoado e as vazões de pico na superfície do terreno. (Guia GBC Brasil Casa, p.93)

Buscando evitar escoamento direto de água da chuva na rede pluvial optou-se pelo sistema de reuso de água da chuva, no qual essa água que precipita no telhado não é direcionada para bocas de lobo. A coleta de água pluvial é direcionada para o armazenamento em uma cisterna enterrada. Evita-se assim, desperdício de água potável, pelo reuso de água pluvial, além de reduzir inundações, tanto dentro do lote quanto fora, e prevenir erosões.

As áreas verdes permeáveis permanecem com a inclinação natural do terreno, favorecendo o escoamento da água. Além das áreas verdes parte da área de piso sem cobertura deve ser executada em material permeável, por profissional especializado e conforme orientações do fabricante.

4.3.2 Categoria Uso Eficiente da água (UEA)

Esta categoria busca um equilíbrio no consumo de água, possível com redução do consumo de água potável ou adoção de fontes alternativas, como captação de água fluvial ou reuso de água. Mas de nada adianta sistemas alternativos, alguns até bastante tecnológicos, se não há consciência do que está sendo consumido. Portanto esta categoria incentiva o monitoramento do consumo da água e empenha-se para boa qualidade e segurança da água.

4.3.2.1 UEA – Pré-requisito 1: Uso eficiente da água – básico

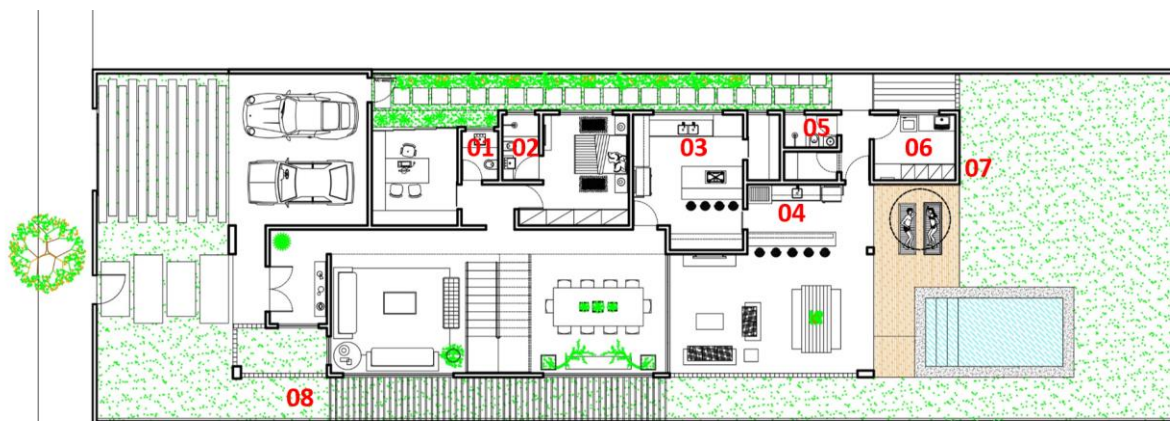
Objetivo: reduzir a demanda por água, através da utilização de produtos hidrossanitários eficientes. (Guia GBC Brasil Casa, p.101)

Abaixo temos em tabela os requisitos estabelecidos que devem ser aplicados no mínimo a 90% dos equipamentos hidrossanitários.

PONTO DE CONSUMO	REQUISITO
Bacias Sanitárias e Sistemas de Descarga	Utilização de mecanismos de descarga seletiva
Torneiras e Misturadores para lavatório (não temporizados)	A vazão máxima deve ser igual ou inferior a 9L/min. ($Q_{\text{máx.}} \leq 0,15\text{L/s}$)
Torneiras e Misturadores para cozinhas	A vazão máxima deve estar compreendida na faixa de 6L/min ($0,10\text{L/s}$) a 9L/min ($0,15\text{L/s}$) ($6,0 \leq Q_{\text{máx.}} \leq 0,10\text{L/s}$)
Chuveiros	A vazão máxima deve ser igual ou inferior a 8L/min. ($Q_{\text{máx.}} \leq 0,10\text{L/s}$)
Torneiras de Uso Geral	As torneiras de uso geral situadas em áreas comuns devem possuir acionamento restrito

Tabela 7 – Uso eficiente da água - básico
Fonte: Guia GBC Brasil Casa

Para o projeto da residência foram especificados equipamentos hidráulicos eficientes, reduzindo assim a demanda por água potável. Estes equipamentos possuem vazão constante, e são dotados de arejadores e restritores de vazão. Os produtos especificados estão detalhados no projeto e na tabela abaixo.



TÉRREO

(Continua)

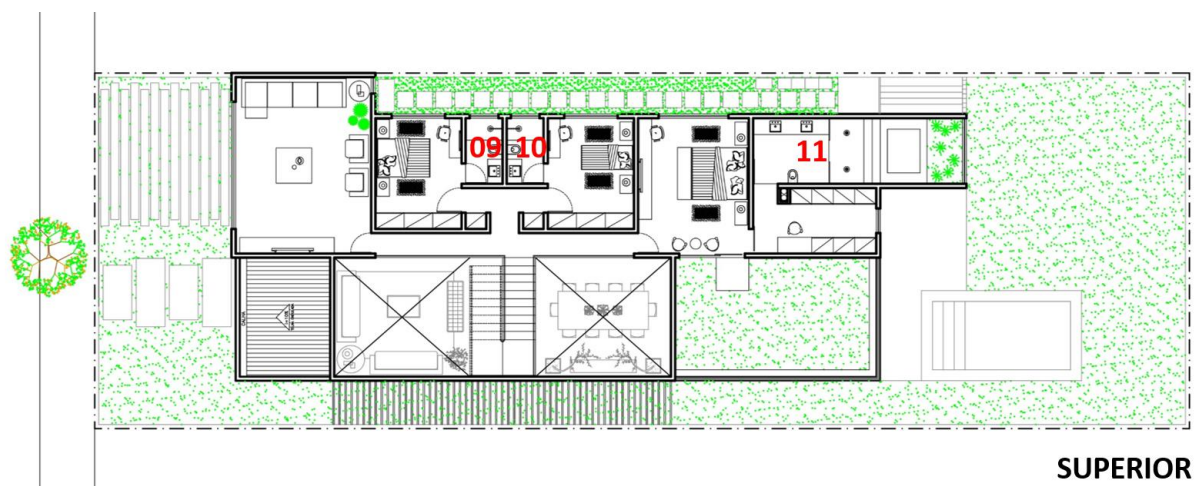


Figura 27 – Pontos hidráulicos
Fonte: Própria autora

01 - LAVABO			
ITEM	EQUIPAMENTO	VAZÃO NA PRESSÃO MÍNIMA	QUANTIDADE
01	Bacia Deca convencional Carrara com válvula de descarga - Deca Hydra Duo	6 L/min. 3 L/min.	01
02	Ducha higiênica com registro e derivação - Deca Duna Quadratta	5 L/min.	01
03	Misturador de mesa bica alta - Deca Duna Quadratta	5 L/min.	01
02 – 05 – 09 – 10 – BANHO 1, 2, 3 E 4			
ITEM	EQUIPAMENTO	VAZÃO NA PRESSÃO MÍNIMA	QUANTIDADE
01	Bacia Deca convencional Carrara com válvula de descarga Deca Hydra Duo	6 L/min. 3 L/min.	01
02	Ducha higiênica com registro e derivação Deca Duna Quadratta	5 L/min.	01
03	Misturador de mesa bica alta Deca Duna Quadratta	5 L/min.	01
04	Chuveiro com entrada de ar e tubo de parede Deca Acqua Plus Quadratta	12 L/min.	01
03 – COZINHA			
ITEM	EQUIPAMENTO	VAZÃO NA PRESSÃO	QUANTIDADE

		MÍNIMA	
01	Misturador de mesa para cozinha Deca Axis	4 L/min.	02
04 – ESPAÇO GOURMET			
ITEM	EQUIPAMENTO	VAZÃO NA PRESSÃO MÍNIMA	QUANTIDADE
01	Misturador de mesa para cozinha Deca Axis	4 L/min.	01
06 - LAVANDERIA			
ITEM	EQUIPAMENTO	VAZÃO NA PRESSÃO MÍNIMA	QUANTIDADE
01	Torneira com arejador para tanque Deca Izy	6 L/min.	01
02	Torneira de tanque com derivação para máquina Deca Izy	11 L/min.	01
07 – 08 – JARDIM			
ITEM	EQUIPAMENTO	VAZÃO NA PRESSÃO MÍNIMA	QUANTIDADE
01	Torneira para jardim com adaptador de mangueira Deca Izy	11 L/min.	02
11 – BANHO 5			
ITEM	EQUIPAMENTO	VAZÃO NA PRESSÃO MÍNIMA	QUANTIDADE
01	Bacia Deca convencional Carrara com válvula de descarga Deca Hydra Duo	6L/min. 3L/min.	01
02	Ducha higiênica com registro e derivação Deca Duna Quadratta	5L/min.	01
02	Misturador de mesa bica alta Deca Duna Quadratta	5L/min.	02
04	Chuveiro com entrada de ar e tubo de teto Deca Acqua Plus Quadratta	12L/min.	02

Tabela 8 – Equipamentos Hidrossanitários

Fonte: Própria autora

Cálculo:

$$\text{Porcentagem de equipamentos hidrossanitários eficientes} = \frac{\text{Quantidade total de equipamentos eficientes}}{\text{Quantidade total de pontos hidrossanitários}} \times 100$$

$$\% \text{ Eq. Eficientes} = 29 / 32 \times 100$$

$$\% \text{ Eq. Eficientes} = 90,62$$

Por meio do cálculo acima, pode-se concluir que 90 % dos equipamentos hidrossanitários são eficientes atendendo aos critérios exigidos no pré-requisito.

4.3.2.2 UEA – Pré-requisito 2: Medição única do consumo de água

Objetivo: prover as residências de medidores de consumo de água, de tal forma a possibilitar o gerenciamento do uso da água nas residências, por meio da aquisição de dados (preferencialmente de maneira automática e remota), auxiliando no desenvolvimento de ações de conservação. (Guia GBC Brasil Casa, p.107)

O DMAE, Departamento Municipal de Água e Esgotos, é responsável por aferir os hidrômetros em Uberlândia, possibilitando a gestão do consumo de água. Para reuso de águas cinzas e uso de água pluvial, cada um dos sistemas contará com um medidor individualizado, para gestão do consumo por parte do proprietário.

4.3.2.3 UEA – Crédito 1: Uso eficiente da água – otimizado

Objetivo: reduzir a demanda por água através da utilização de produtos hidrossanitários eficientes. (Guia GBC Brasil Casa, p.111)

Um sistema com uso de eficiente de água é composto de equipamentos hidrossanitários com menor demanda de água. Conforme citado no Pré-requisito 1 foram especificados equipamentos eficientes detalhados na tabela 9. Contudo esse crédito é mais restritivo que o pré-requisito determinando os índices de vazão estabelecidos na tabela abaixo.

PONTO DE CONSUMO	REQUISITO
Torneiras e misturadores para lavatório (não temporizados)	A vazão máxima deve ser igual ou inferior a 6L/min. ($Q_{\text{máx.}} \leq 0,10 \text{ l/s}$)
Chuveiros	A vazão máxima deve ser igual ou inferior a 8L/min. ($Q_{\text{máx.}} \leq 0,10 \text{ l/s}$)
	A vazão máxima deve ser igual ou inferior a 6L/min. ($Q_{\text{máx.}} \leq 0,10 \text{ l/s}$)

Tabela 9 – Uso eficiente da água - otimizado
Fonte: Guia GBC Brasil Casa

Cálculo:

$$\text{Porcentagem de equipamentos hidrossanitários eficientes} = \frac{\text{Quantidade total de equipamentos eficientes utilizados}}{\text{Quantidade total de pontos hidrossanitários}} \times 100$$

$$\% \text{ Eq. Eficientes} = 07 / 13 \times 100$$

$$\% \text{ Eq. Eficientes} = 53,84$$

Através do cálculo acima afirma-se que o projeto não atende a porcentagem exigida no crédito para as vazões dos equipamentos eficientes. Apesar da vazão dos misturadores para lavatório atender ao requisito, nenhum dos chuveiros atende a vazão máxima estipulada.

4.3.2.4 UEA – Crédito 2: Medição setorizada do consumo de água

Objetivo: monitorar o consumo de água nas áreas complementares e externas à residência, bem como o consumo de água não potável, de forma a possibilitar o gerenciamento de seu uso pela obtenção de dados mais precisos, auxiliando no desenvolvimento de ações de conservação desses insumos. (Guia GBC Brasil Casa, p.115)

De modo a proporcionar melhor gestão no consumo de água, deve ser instalado hidrômetro individualizado para os sistemas de consumo de água potável e para os sistemas alternativos como reuso de águas cinzas, provenientes dos chuveiros, lavatórios e máquina de lavar roupas, e o sistema de uso de águas pluviais.

4.3.2.5 UEA – Crédito 3: Uso de fontes alternativas não potáveis

Objetivo: reduzir o consumo de água potável, minimizando a carga imposta sobre o sistema público de distribuição de água potável. (Guia GBC Brasil Casa, p.119)

São utilizadas como fontes alternativas não potáveis os sistemas de reuso de águas cinzas e o de uso de água da chuva. A água cinza tratada e armazenada, é destinada para as bacias sanitárias. Já a água pluvial captada e tratada é destinada

para irrigação e lavagem de pisos. O sistema é composto por cisterna subterrânea, locada abaixo do deck desmontável, próximo a piscina, como especificado no projeto. Segue abaixo cálculo de dimensionamento do reservatório pluvial.

Cálculo dimensionamento do reservatório:

Método Empírico NBR 15527 – método prático inglês, p.07

$$V = 0,05 \times P \times A$$

Onde:

P = valor numérico da precipitação média anual, expresso em milímetros (mm)

A = valor numérico da área de coleta em projeção, expresso em metros quadrados (m²)

V = valor numérico do volume de água aproveitável e o volume de água da cisterna, expresso em litros (L).

$$V = 0,05 \times P \times A$$

$$V = 0,05 \times 1606,1 \times 224,46$$

$$V = 18.025,26 \text{ L}$$

4.3.2.6 UEA – Crédito 4: Sistema de irrigação eficiente

Objetivo: minimizar a demanda de água potável para aplicações externas por meio do uso de sistemas de irrigação com alta eficiência. (Guia GBC Brasil Casa, p.125)

A irrigação de jardim é grande consumidora de água e, portanto deve ser projetado um sistema de irrigação eficiente, automatizado, permitindo programação para irrigação nos horários com menor insolação, antes das 9:00 horas ou depois das 17:00 horas, além de suspender a irrigação em dias chuvosos e menor frequência das regas no inverno. O projeto de irrigação deve ser desenvolvido por profissional capacitado garantindo a eficiência do mesmo.

4.3.2.7 UEA – Crédito 5: Plano de segurança da água OBRA

Objetivo: estabelecer diretrizes mínimas para a realização de um Plano de Segurança da Água, promovendo maior bem estar e melhora da saúde dos ocupantes dentro das residências no Brasil. (Guia GBC Brasil Casa, p.129)

Em algum ponto de sua trajetória da estação de tratamento da água até as residências e das residências ao consumo a água pode ser contaminada portanto deve ser adotado o Plano de Segurança da Água objetivando a redução de riscos à saúde da população por meio do consumo da água. Esse plano deve ser desenvolvido por profissional capacitado que definirá um plano de ação para limitar os riscos.

4.3.3 Categoria Energia e Atmosfera (EA)

Esta categoria busca uma redução no consumo energético por meio de sistemas eficientes e do desempenho energético da residência. Estimula o uso de fontes de energia renováveis, reduzindo ou evitando danos ambientais. Além da questão ambiental, a categoria é direcionada a saúde e bem estar dos ocupantes através do conforto térmico.

4.3.3.1 EA – Pré-requisito 1: Desempenho mínimo da envoltória

Objetivo: garantir a eficiência mínima da envoltória da residência, para a determinação da sua eficiência, considerando a obrigação de zelar pela “eficiência energética das edificações residenciais”, conforme Portaria nº 18, pelo Instituto de Metrologia, Qualidade e Tecnologia – INMETRO. (Guia GBC Brasil Casa, p.135)

O projeto deve atender ao Regulamento Técnico da Qualidade (RTQ) para os itens de transmitância térmica, capacidade térmica e absorvância solar das superfícies; ventilação natural e iluminação natural, por método prescritivo ou simulação, avaliando a eficiência energética da edificação.

4.3.3.2 EA – Pré-requisito 2: Fontes de aquecimento de água eficientes

Objetivo: reduzir o consumo de energia necessária para o aquecimento de água, bem como perdas térmicas relativas à distribuição de água quente, diminuindo assim, a carga de energia demandada pelas edificações. (Guia GBC Brasil Casa, p.139)

Esse pré-requisito busca reduzir a demanda por energia elétrica para aquecimento de água estimulando o uso de fontes de aquecimento de água eficientes. O projeto em questão é dotado de sistema de aquecimento de água solar, que deve atender aos requisitos estabelecidos no RTQ para residências, como a

correta orientação das placas solares e o dimensionamento do sistema por método prescritivo ou simulação, realizado por profissional capacitado, garantindo a eficiência.

4.3.3.3 EA – Pré-requisito 3: Qualidade e segurança dos sistemas

Objetivo: promover a qualidade das instalações elétricas de baixa tensão e sistemas elétricos através da conformidade com as normas técnicas brasileiras, assegurando a proteção do morador e visando obter uma construção eficiente do ponto de vista energético, de forma eficaz e duradoura. (Guia GBC Brasil Casa, p.145)

Esse pré-requisito estabelece que as instalações e sistemas elétricos devem estar de acordo com as normas técnicas brasileiras abaixo citadas (Guia GBC Brasil Casa, p.145).

- Sistemas elétricos de baixa tensão – ABNT NBR 5410 e ABNT NBR 15920;
- Sistemas de aquecimento, ventilação, ar condicionado e refrigeração (AVAC&R) – ABNT NBR 16401 – 1: 2008 e ABNT NBR 15848: 2010;
- Sistemas de aquecimento de água – ABNT NBR 7198: 1993;
- Sistemas de energia renovável – ABNT NBR 16274: 2014 e ABNT NBR IEC 62116: 2012.

4.3.3.4 EA – Pré-requisito 4: Iluminação artificial – básica

Objetivo: reduzir o consumo energético associado à iluminação interior da residência. (Guia GBC Brasil Casa, p.153)

A residência deve ser iluminada por lâmpadas ou luminárias com eficiência superior a 75 lm/w em no mínimo 50% dos pontos, reduzindo assim o consumo energético.

4.3.3.5 EA – Crédito 1: Desempenho energético aprimorado

Objetivo: aprimorar o desempenho energético da residência, em comparação com os requisitos estipulados para o Edifício Base (baseline) de residências eficientes, reduzindo assim, os impactos econômicos e ambientais relacionados com o uso excessivo de energia. (Guia GBC Brasil Casa, p.157)

Esse crédito busca incentivar a simulação energética computacional, portanto para atender ao mesmo deve ser definido um edifício base para comparação a residência a que se refere este trabalho e por meio de simulação definir uma porcentagem de redução do consumo energético. O projeto não atende ao crédito por ser necessário profissional capacitado para realizar a simulação.

4.3.3.6 EA – Crédito 2: Obter a etiqueta PBE Edifica

Objetivo: receber a etiqueta PBE Edifica, atendendo o nível A de eficiência na ENCE geral, conforme descrito na normativa do PBE Edifica. (Guia GBC Brasil Casa, p.163)

O projeto deve atender aos requisitos do PBE Edifica para obtenção da etiqueta nível A, tanto na fase de projeto quanto na fase de pós-ocupação com inspeção *in loco*. A etiqueta é emitida por um Organismo de Inspeção Acreditado ao qual deve ser apresentado o atendimento dos requisitos por método prescritivo ou simulação.

4.3.3.7 EA – Crédito 3: Desempenho aprimorado da envoltória

Objetivo: determinar a eficiência da residência, pelos métodos prescritivos ou por simulação computacional, atendendo o nível A ou B de eficiência na ENCE geral, conforme descrito na normativa do PBE Edifica. (Guia GBC Brasil Casa, p.167)

A eficiência da residência deve ser comprovada no nível A ou B da ENCE geral da etiqueta PBE Edifica, por meio de método prescritivo ou simulação computacional.

4.3.3.8 EA – Crédito 4: Fontes eficientes de aquecimento solar

Objetivo: incentivar a adoção de fontes de energia renovável, promovendo a redução do consumo de energia utilizada para o aquecimento de água, por meio da utilização de Sistemas de Aquecimento Solar (SAS) e reduzir perdas térmicas relativas à distribuição de água quente, diminuindo a carga energética demandada pelas residências. (Guia GBC Brasil Casa, p.171)

Esse crédito incentiva o aquecimento de água por fonte solar e conforme citado no pré-requisito 2 desta categoria, esse é o sistema especificado para a residência. O aquecimento da água por sistema solar deve atender as porcentagens

de 40% ou 70% e seguir a NBR 15569 – Sistema de aquecimento solar de água em circuito direto: projeto e instalação.

O projeto deve ser realizado por profissional capacitado e atender aos banheiros nas duchas, lavatórios e banheira; na cozinha e espaço gourmet deve alimentar as torneiras. A piscina conta com sistema solar fotovoltaico com bomba de calor, que além de atender a demanda para aquecimento da água ainda gera energia elétrica abastecendo o sistema de energia fotovoltaico.

4.3.3.9 EA – Crédito 5: Iluminação artificial – otimizada

Objetivo: reduzir o consumo energético associado à iluminação interior e ao exterior da residência. (Guia GBC Brasil Casa, p.175)

A residência deve ser iluminada por lâmpadas ou luminárias com eficiência superior a 75 lm/w em no mínimo 80% dos pontos ou toda a iluminação externa deve ter fotocélula ou ser ativada por sensor.

4.3.3.10 EA – Crédito 6: Equipamentos eletrodomésticos eficientes

Objetivo: incentivar os proprietários das residências a optarem pela aquisição de equipamentos eletrodomésticos eficientes. (Guia GBC Brasil Casa, p.179)

Os equipamentos eletrodomésticos devem possuir a Selo Procel nível A, em pelo menos 80% dos produtos instalados, contribuindo para redução do consumo energético.

4.3.3.11 EA – Crédito 7: Energia renovável

Objetivo: incentivar a produção de energias renováveis, de forma a reduzir o consumo e o impacto ambiental associado ao consumo de energia. (Guia GBC Brasil Casa, p.183)

A residência é dotada de sistema de geração de energia renovável por painéis fotovoltaicos instalados na própria residência. Conforme cálculo, apêndice A, para dimensionamento do sistema, determina-se porcentagem de geração em 90% que quantifica a instalação de nove módulos fotovoltaicos, sendo que o sistema tem payback de pouco mais de dois anos.

4.3.3.12 EA – Crédito 8: Comissionamento dos sistemas instalados

Objetivo: certificar que os sistemas relacionados à área de energia estão instalados, calibrados e obedecem às características de desempenho, conforme os requisitos do projeto do proprietário, as bases para a contratação do projeto e os documentos necessários à construção. (Guia GBC Brasil Casa, p.189)

Todos os sistemas energéticos e hidrossanitários instalados devem funcionar harmônica e adequadamente devendo ser verificados, testados e documentados. O comissionamento deve ser realizado por profissional capacitado nos seguintes sistemas: (Guia GBC Brasil Casa, p.190)

- Sistemas de aquecimento, ventilação, ar condicionado e refrigeração (AVAC&R), mecânicos e passivos, assim como os seus respectivos sistemas de controle;
- Iluminação e seu respectivo sistema de controle;
- Sistemas de aquecimento de água;
- Sistemas de energia renovável (eólica, solar, etc.);
- Sistemas de automação.

4.3.3.13 EA – Crédito 9: Medição básica de energia

Objetivo: garantir a gestão básica de energia através do rastreamento do uso de energia da residência e identificar oportunidades de melhoria da residência. (Guia GBC Brasil Casa, p.199)

A residência deve possuir medidores individualizados para todas as fontes de energia e ter os dados armazenados e compartilhados com o GBC Brasil por pelo menos 5 anos.

4.3.4 Categoria Materiais e Recursos (MR)

Esta categoria direciona tanto na escolha de materiais sustentáveis quanto na redução de resíduos gerados pela construção. Prioriza o uso de materiais regionais, o reuso de materiais ou a aquisição de materiais que na composição tenha porcentagem reciclada, buscando aumentar o ciclo de vida dos produtos. Além disso, a categoria almeja a saúde e bem-estar dos residentes com a utilização de materiais ambientalmente preferíveis, combatendo materiais tóxicos ou contaminantes.

4.3.4.1 MR – Pré-requisito 1: Plano de gerenciamento de resíduos da construção e operação

Objetivo: reduzir o volume de resíduos sólidos dispostos em aterros (rejeitos) e preparar a unidade residencial para a destinação diferenciada dos resíduos gerados nas atividades domésticas. (Guia GBC Brasil Casa, p.205)

O Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção e Operação deve ser desenvolvido juntamente com o projeto. O plano deve conter soluções para redução do volume de resíduos gerados bem como sua destinação, e para aumentar o ciclo de vida dos materiais. O pré-requisito aborda questões como, especificar e quantificar os materiais que serão direcionados para reciclagem ou reuso.

O canteiro de obras comportará espaço destinado a separação e armazenamentos de resíduos recicláveis e orgânicos, locado próximo ao escritório e refeitório. Os resíduos de construção devem ser armazenados em caçamba e destinado corretamente ao aterro ou para reuso e reciclagem.

Além dos resíduos da construção, os resíduos domésticos gerados pelos futuros residentes contam com espaço para armazenamento e destinação correta dos resíduos. O bairro possui serviço de coleta seletiva, realizado pela Prefeitura Municipal.

4.3.4.2 MR – Pré-requisito 2: Madeira legalizada

Objetivo: inibir a extração de madeira de florestas primitivas e a comercialização de madeiras ilegais. (Guia GBC Brasil Casa, p.211)

Durante a etapa de obras deve ser utilizado apenas madeira legalizada com toda a documentação comprovatória da legalidade da mesma. O Documento de Origem Florestal (DOF) é uma garantia para o proprietário (comprador) que a madeira adquirida é de fonte legal, reduzindo a devastação das florestas primárias e áreas protegidas, por meio do comércio ilegal.

Para cumprimento desse pré-requisito devem ser apresentados alguns documentos como notas fiscais e comprovação dos DOF's, além de fotografias das madeiras já instaladas.

4.3.4.3 MR – Crédito 1: Gerenciamento de resíduos da construção

Objetivo: fomentar a reutilização ou a reciclagem dos resíduos da construção, em substituição aos agregados naturais e propiciar a redução da necessidade de utilização de aterros para a disposição final de resíduos. (Guia GBC Brasil Casa, p.217)

Este crédito incentiva o reuso ou reciclagem dos resíduos da construção. Os resíduos devem ser separados conforme classificação da Resolução CONAMA 307, de 5 de julho de 2002 e podem ser utilizados na própria obra ou em outros empreendimentos. Devem ser gerados relatórios para comprovação do volume de resíduos e sua destinação para reuso ou reciclagem.

4.3.4.4 MR – Crédito 2: Madeira certificada

Objetivo: incentivar a utilização da madeira certificada, por meio do emprego de produtos provenientes de espécies nativas devidamente legalizadas ou de espécies exóticas de rápido crescimento (reflorestamento) e, conseqüentemente, promover o manejo sustentável em toda a cadeia produtiva madeireira. (Guia GBC Brasil Casa, p.225)

Este crédito promove o uso de madeira certificada, seja ela nativa legal ou exótica de reflorestamento, com manejo florestal adequado. A madeira deve possuir o selo FSC (Forest Stewardship Council) ou CERFLOR (Programa Brasileiro de Certificação Florestal).

Para o projeto todas as madeiras permanentes devem possuir um dos selos, que garantem a origem da extração e comércio legal da madeira provenientes de manejo sustentável. Devem ser apresentados todas as notas fiscais de compra de toda a madeira utilizada na obra e tem de se identificar a porcentagem de madeira certificada.

4.3.4.5 MR – Crédito 3: Rotulagem ambiental tipo I – materiais certificados

Objetivo: estimular que fornecedores, patrocinadores e licenciados ofereçam materiais certificados de acordo com a norma ISO 14024 – Rotulagem Ambiental do Tipo I (conhecidos como Selos Verdes). (Guia GBC Brasil Casa, p.233)

Este crédito impulsiona o uso de materiais certificados conforme norma ISO 14024 – Rotulagem Ambiental Tipo I e devem ser introduzidos 5 materiais

certificados. A rotulagem ambiental é voluntária e valida produtos ambientalmente preferíveis.

Os materiais dessa rotulagem a serem empregados na residência, devem apresentar laudos técnicos, atestando sua certificação conforme norma ISO 14024. O projeto não atende ao requisito exigido pelo crédito, sendo que no mercado atual, a maioria dos fabricantes não é capaz de fornecer os laudos técnicos de seus produtos.

4.3.4.6 MR – Crédito 4: Rotulagem ambiental tipo II – materiais ambientalmente preferíveis

Objetivo: utilizar materiais incorporados ou não à construção que sejam regionais, provenientes de reuso reciclado, de rápida renovação e recicláveis, visando reduzir as emissões de dióxido de carbono (CO2) e a extração de recursos naturais não renováveis. (Guia GBC Brasil Casa, p.237)

Este crédito incentiva o uso de materiais regionais gerados por reuso e constituídos de componentes reciclados. Dentre as tipologias podem ser atendidas as porcentagens abaixo descritas (Guia GBC Brasil Casa, p.237), sendo que a tabela 10 ilustra alguns materiais e produtos a serem aplicados a residência e que atendem ao crédito.

- Materiais de reuso: 2,5% do custo total de materiais
- Materiais regionais: 20% do custo total de materiais
- Materiais e produtos com conteúdo reciclado pré e pós-consumo: 10% do custo total de materiais
- Materiais de rápida renovação: 1% do custo total de materiais
- Materiais recicláveis: 20% do custo total de materiais

MATERIAL / PRODUTO	FABRICANTE	TIPOLOGIA
Assoalho	Neobambu	Material de rápida renovação
Cisterna Acqualimp	Acqualimp	Material com conteúdo reciclado
Placa gesso acartonado	Placo Saint-Gobain	Material com conteúdo reciclado

Tabela 10 – Rotulagem Ambiental Tipo II - Produtos aplicados
Fonte: www.acaomoradia.org.br/construcao-com-tijolos-ecologicos/

O assoalho de bambu é especificado para aplicação no pavimento superior sendo que no pavimento térreo o piso é em concreto polido, reduzindo resíduos e materiais com a não aplicação de um piso sobre esse concreto. Já o gesso acartonado deve ser utilizado no interior da residência revestindo alvenarias de tijolo solo cimento das salas e quartos.

Dentre os materiais ambientalmente preferíveis a residência tem como sistema de vedação o tijolo solo cimento com secagem natural e que será adquirido na Fábrica de Tijolos Ecológicos “ConstruVida” (Figura 26) com sede junto à organização não governamental Ação Moradia, na própria cidade de Uberlândia e compondo a porcentagem de materiais regionais.



Figura 28 – Fábrica tijolo solo cimento

Fonte: www.acaomoradia.org.br/construcao-com-tijolos-ecologicos/

Levando-se em consideração os percentuais que devem ser atendidos, não há como determinar se o projeto atende ou não ao crédito, tendo-se a afirmação somente após as obras e com toda a documentação necessária de cada produto e os cálculos das porcentagens.

4.3.4.7 MR – Crédito 5: Rotulagem ambiental tipo III – declaração ambiental do produto

Objetivo: incentivar o uso de produtos e materiais que possuam informação sobre seu ciclo de vida disponível e que possuam baixo impacto ambiental, social e econômico. A equipe de projeto deve selecionar produtos de fabricantes que tenham verificado melhorias no impacto de ciclo de vida de seus produtos. (Guia GBC Brasil Casa, p.249)

Este crédito determina o uso de produtos e materiais permanentes e que informem o ciclo de vida dos mesmos e portem Declaração Ambiental de Produto (DAP) validada conforme ISO 14025 – Rotulagem Ambiental Tipo III. Deve ser

atendido uma das opções abaixo conforme Guia GBC Brasil Casa, p.249, especificando-se na tabela 11 alguns desses materiais.

- Opção 1: 3 produtos com DAP específica ou setorial
- Opção 2: 4 produtos com DAP específica ou setorial
- Opção 3: 5 produtos com DAP específica ou setorial

MATERIAL / PRODUTO	FABRICANTE
Argamassa	Votorantim Cimentos
Cimento	Votorantim Cimentos
FCK 30	Votorantim Cimentos

Tabela 11 – Materiais com Declaração Ambiental de Produto
 Fonte: www.acaomoradia.org.br/construcao-com-tijolos-ecologicos/

Há ainda no mercado brasileiro poucos fabricantes que atendem a Rotulagem Ambiental tipo I, II ou III, pois grande parte dos fabricantes não fornecem laudos técnicos dos seus produtos o que leva a questão do ciclo de vida, também esquecido pelas fábricas. Espera-se que num futuro imediato as empresas busquem cumprir as exigências para validação das Rotulagens Ambientais de seus produtos, levando aos consumidores um produto ambientalmente preferível.

4.3.4.8 MR – Crédito 6.1: Desmontabilidade e redução de resíduos – sistemas estruturais

Objetivo: utilização de projetos modulares e sistemas desmontáveis para minimizar os resíduos gerados pelos sistemas estruturais na construção civil. (Guia GBC Brasil Casa, p.255)

Conforme citado anteriormente a residência será executada com vedação em tijolo solo cimento, no qual o sistema estrutural fica embutido nos tijolos e canaletas formando uma malha estrutural, conforme ilustrado no anexo A.

Contudo a modularidade não garante o atendimento ao crédito, que determina a desmontabilidade do sistema estrutural com as seguintes opções: (Guia GBC Brasil Casa, p.255)

1. Modularidade / repetição da estrutura: dimensionamento em medidas facilmente reaproveitáveis em novos projetos;
2. Modo de aplicação / fixação: estruturas metálicas parafusadas e não soldadas;

3. Estruturas de concreto pré-moldadas ou pré-fabricadas;
4. Coberturas estruturais pré-fabricadas.

4.3.4.9 MR – Crédito 6.2: Desmontabilidade e redução de resíduos – elementos não estruturais

Objetivo: adoção de técnicas de projeto e procedimentos para minimizar os resíduos gerados na construção pelos elementos não estruturais. (Guia GBC Brasil Casa, p.265)

O sistema de vedação em tijolo solo cimento não garante a desmontabilidade, apesar da modularidade, contudo o forro da residência é em gesso acartonado e removível assim como os brises das fachadas, já o deck da piscina é desmontável. O piso interior no pavimento térreo é em concreto polido e somente algumas paredes devem ter revestimento, reduzindo-se assim os resíduos gerados na obra.

4.3.5 Categoria Qualidade Ambiental Interna (QAI)

Esta categoria busca uma melhor qualidade do ar, evitando-se a poluição do ambiente interno. Através das características climáticas locais é necessário proporcionar melhor ventilação tanto em quantidade quanto em qualidade, limitando a entrada de partículas contaminantes no ambiente. Ademais, a categoria prioriza o conforto térmico, lumínico e acústico pois são essenciais para a saúde e bem estar dos residentes.

4.3.5.1 QAI – Pré-requisito 1: Controle de emissão de gases de combustão

Objetivo: eliminar ou minimizar o vazamento de gases de combustão nos espaços internos da edificação de modo a não causar impactos a saúde dos ocupantes. (Guia GBC Brasil Casa, p.275)

A residência conta com fogão à gás e churrasqueira sendo estes os equipamentos emissores de CO₂ por combustão. O fogão está locado em bancada em ilha com coifa embutida no teto, já a churrasqueira conta com chaminé que conduz a fumaça acima do telhado do pavimento superior. Estes equipamentos devem ter combustão em câmara fechada ou exaustão de gases mecanizada.

4.3.5.2 QAI – Pré-requisito 2: Exaustão localizada – básica

Objetivo: reduzir o mofo e a exposição a poluentes internos em cozinhas e banheiros. (Guia GBC Brasil Casa, p.279)

Ambientes como cozinha, banheiros e outros com alto índice de umidade ou denominados como áreas molhadas devem portar sistema de exaustão, caso não haja ventilação cruzada, possibilitando trocas de ar adequadas com o meio externo.

4.3.5.3 QAI – Pré-requisito 3: Desempenho mínimo do ambiente interno

Objetivo: garantir que as residências apresentem, pelo menos, um nível Mínimo de desempenho, considerando os requisitos voltados ao comportamento térmico, acústico e lumínico, garantindo ambientes com qualidade e conforto, contribuindo para a saúde e bem estar dos moradores. (Guia GBC Brasil Casa, p.287)

Nesse pré-requisito, a NBR 15575 deve ser atendida no nível mínimo avaliando, por meio de programas computacionais, o desempenho térmico, acústico e lumínico, proporcionando residências geradoras de melhor qualidade de vida.

4.3.5.4 QAI – Crédito 1: Desempenho térmico

Objetivo: proporcionar níveis adequados de desempenho térmico de residências ventiladas naturalmente (sem ar condicionado), expostas ao clima de várias regiões brasileiras (8 Zonas Bioclimáticas). (Guia GBC Brasil Casa, p.293)

O desempenho térmico deve ser comprovado, por meio de simulações computacionais, como sendo de nível intermediário ou superior conforme critérios estabelecidos na NBR 15575 demonstrados na tabela abaixo.

DESEMPENHO TÉRMICO PARA CONDIÇÕES DE VERÃO		
Nível de desempenho	Temperatura do ar (°C)	
	Zonas 1 a 7	Zona 8
Mínimo	$T_{imáx} \leq T_{emáx}$	$T_{imáx} \leq T_{emáx}$
DESEMPENHO TÉRMICO PARA CONDIÇÕES DE INVERNO		
Nível de desempenho	Temperatura do ar (°C)	
	Zonas 1 a 5	Zonas 6, 7 e 8
Mínimo	$T_{imin} \geq (T_{emin} + 3^{\circ}\text{C})$	Não precisa ser verificado

Tabela 12 – Critério de avaliação de desempenho térmico para condições de verão e inverno
Fonte: Guia GBC Casa Versão 2, p.294 – adaptado pela própria autora

Esse crédito, assim como os seguintes referentes ao desempenho lumínico e acústico, não são atendidos por ser necessário profissional capacitado para realizar as simulações computacionais.

4.3.5.5 QAI – Crédito 2: Desempenho lumínico

Objetivo: proporcionar desempenho lumínico adequado às residências, considerando tanto a contribuição da luz natural, quanto da luz artificial. (Guia GBC Brasil Casa, p.297)

O desempenho lumínico deve ser comprovado, por meio de simulações computacionais, como sendo de nível intermediário ou superior conforme critérios estabelecidos na NBR 15575. O projeto não atende a esse crédito.

4.3.5.6 QAI – Crédito 3: Desempenho acústico

Objetivo: reduzir o risco de incômodos ou doenças que o ruído possa produzir aos usuários das residências. (Guia GBC Brasil Casa, p.301)

O desempenho acústico deve ser comprovado, por meio de simulações computacionais, como sendo de nível intermediário ou superior conforme critérios estabelecidos na NBR 15575. A residência não atende a esse crédito.

4.3.5.7 QAI – Crédito 4: Controle da umidade local

Objetivo: adotar a boa técnica de projeto para reduzir e controlar os níveis de umidade no interior da residência, proporcionando conforto e reduzindo risco de mofo. (Guia GBC Brasil Casa, p.307)

As áreas molhadas da residência devem atender a NBR 9574: execução de impermeabilização e a NBR 9575: impermeabilização – seleção e projeto. Quando não executada incorretamente pode ocasionar mofo e infiltrações e conseqüentemente problemas de saúde aos moradores.

4.3.5.8 QAI – Crédito 5: Proteção de poluentes provenientes da garagem – otimizado

Objetivo: reduzir a exposição dos ocupantes da residência aos poluentes provenientes de uma garagem, por meio de vedações ou de equipamentos mecânicos. (Guia GBC Brasil Casa, p.311)

Os veículos automotores são grandes emissores de gases tóxicos, sendo o monóxido de carbono o mais popularmente conhecido. A residência deve contar com estratégias que garantam proteção contra esses gases, como a vedação da janela da sala de televisão situada acima da garagem e de outras esquadrias de ambientes associados a garagem. Para estes espaços outra medida a ser adotada é a instalação de detectores de monóxido de carbono.

4.3.5.9 QAI – Crédito 6: Controle de partículas contaminantes

Objetivo: reduzir a exposição dos ocupantes da residência e dos trabalhadores da construção civil aos contaminantes do ar, por meio do controle e da remoção das fontes de contaminação. (Guia GBC Brasil Casa, p.315)

Este crédito busca minimizar os danos causados pela sujidade que os habitantes ou trabalhadores transportam do exterior para o interior da residência. Para o controle das partículas contaminantes pode-se realizar limpeza da residência pós-obra por empresa capacitada. Além disto, pequenas atitudes dos moradores podem reduzir essas partículas, como retirar os sapatos na entrada de casa, em ambiente apropriado.

4.3.5.10 QAI – Crédito 7: Materiais de baixa emissão

Objetivo: diminuir a produção e conseqüentemente o consumo de materiais com conteúdos contaminantes e perigosos que possam causar lesão, desconforto ou mal estar aos ocupantes, usuários, instaladores e operários da construção, controlando seus níveis de utilização, além de fomentar maior transparência das informações fabricantes-usuários finais. (Guia GBC Brasil Casa, p.319)

Esse crédito determina valores máximos de alguns componentes que devem estar em determinados produtos. Para produtos que contenha ureia formaldeído deve ser atendido os índices estabelecidos na NBR 15316 conforme a tabela 13, já para tintas e vernizes os níveis de compostos orgânicos voláteis devem estar de acordo com o Green Seal Standard ou com a ISO 11890-2: Tintas e vernizes – determinação das emissões de compostos orgânicos voláteis, dando preferência aos produtos à base de água.

CLASSE	CLASSIFICAÇÃO	QUANTIDADE
E1	Baixa emissão	8mg de formol / 100g de painel
E2	Média emissão	8mg a 30mg de formol / 100g de painel
E3	Alta emissão	30 mg de formol / 100g de painel

Tabela 13 – Classificação do teor de Ureia Formaldeído – NBR 15316

Fonte: Guia GBC Casa Versão 2, p.294 319

4.3.5.11 QAI – Crédito 8: Saúde e bem estar

Objetivo: estabelecer parâmetros para ambientes que promovam maior bem estar e melhora da saúde dos ocupantes dentro das residências no Brasil. (Guia GBC Brasil Casa, p.327)

Este crédito estabelece requisitos a serem atendidos visando a qualidade de vida dos habitantes. Para atender ao crédito deve ser adotado um plano de biofilia integrando o ser humano e a natureza, nos ambientes externos e internos que também devem acomodar obras de arte, nos pontos de longa permanência.

Outra medida a ser adotada é descrever no Manual de Operação, Uso e Manutenção, o sistema de ventilação natural dotado de esquadrias operáveis pelos moradores que ainda devem ser informados no mesmo manual sobre as estratégias bioclimáticas adotadas para conforto.

4.3.6 Requisitos Sociais (RS)

Esta categoria busca a formalidade nos tópicos socioambientais. As empresas prestadoras de serviços contratadas para execução da obra devem estar cientes dos impactos gerados pela obra e proporcionar meios para reduzir tais danos. Devem ainda almejar o desenvolvimento social da empresa, capacitando os profissionais e zelando pela qualidade de vida dos mesmos.

4.3.6.1 RS – Pré-requisito 1: Legalidade e qualidade

Objetivo: incentivar a escolha de empresas construtoras e fornecedores de materiais e serviços que atendam aos quesitos de legalidade, formalidade e qualidade, visando melhorar a qualidade de toda a cadeia da construção. (Guia GBC Brasil Casa, p.335)

Este pré-requisito determina a formalidade das empresas perante os órgãos competentes e para tal devem ser apresentados os seguintes documentos: (Guia GBC Brasil Casa, p.361)

1. Prova de inscrição no Cadastro Nacional de Pessoas Jurídicas;
2. Prova de regularidade com o Fundo de Garantia do Tempo de Serviço (FGTS);
3. Prova de inexistência de débitos inadimplidos perante a justiça do trabalho;
4. Certidão negativa no cadastro nacional de empresas inidôneas e suspensas – CEIS;
5. Emissão de Certidão Negativa de Multas Ambientais.

4.3.6.2 RS – Crédito 1: Acessibilidade Universal

Objetivo: projetar a residência para aumentar a longevidade do seu uso, por meio da previsão da expansibilidade, acessibilidade ou adaptabilidade para pessoas da terceira idade e/ou portadores de necessidades especiais. Ampliar a vida útil da edificação com adequações planejadas, evitando a geração desnecessária de resíduos. (Guia GBC Brasil Casa, p.341)

O projeto atende ao critério de acessibilidade parcialmente. O Pavimento Térreo é completamente acessível pois foi projetado em um plano horizontal sem desníveis e possui portas com largura mínima de 80 cm para acesso aos ambientes. O Pavimento Superior é acessível apenas por meio de uma escada e nessa questão não atende completamente aos critérios da NBR9050-2015. No entanto, o projeto oferece no Pavimento Térreo um programa completo dispondo de todos os tipos de ambientes necessários à moradia (salas, áreas de serviço e de lazer), especialmente para idosos, incluindo uma suíte. O projeto permite ainda a possibilidade da instalação de um elevador vertical ou cadeira elevador para escada no futuro mediante necessidade.

4.3.6.3 RS – Crédito 2: Boas práticas sociais para projeto e obra

Objetivo:incentivar o comprometimento empresarial com o desenvolvimento, bem estar e inclusão social dos colaboradores de parcelas da sociedade menos atendidas, sejam das equipes de projeto, equipes de obra e fornecedores, visando ampliar oportunidades de melhoria de capacidade técnica, econômica e inclusão social. (Guia GBC Brasil Casa, p.345)

Esse crédito busca a sustentabilidade social na obra e na comunidade em que a mesma está inserida, podendo ser alcançada, conforme o Guia GBC Brasil Casa, p.345, por meio da educação para gestão de RCD (Resíduos de Construção e

Demolição), do desenvolvimento pessoal dos colaboradores, da capacitação profissional dos colaboradores e da equidade social na comunidade.

A educação para gestão de RCD busca promover a compreensão, por parte dos trabalhadores da obra, dos impactos que o empreendimento gera ao meio ambiente e na comunidade, informando tanto sobre os resíduos e sua destinação correta bem como o uso consciente de água e energia no canteiro de obras.

O desenvolvimento pessoal dos colaboradores dá-se por meio da alfabetização dos trabalhadores em parceria com instituições ou profissionais capacitados. Esses trabalhadores podem passar também por processo de capacitação profissional, participando de atividades e cursos.

4.3.6.4 RS – Crédito 3: Boas práticas sociais para operação e manutenção

Objetivo: estimular o estudo do impacto de implantação da edificação na comunidade local e produção de material visando manter o uso de boas práticas durante a vida útil da mesma. Através da educação, desenvolver e estimular a mudança de comportamento efetiva dos moradores para uma operação e manutenção mais sustentável do empreendimento. (Guia GBC Brasil Casa, p.351)

Os sistemas e equipamentos instalados na residência serão operados pelos moradores e funcionários após a obra, por isso deve ser informado aos mesmos as boas práticas sociais para operação e manutenção, seja por meio de cursos ou visitas técnicas a edifícios dotados dos mesmos sistemas. Segundo o Guia GBC Brasil Casa, p.351, os usuários devem estar cientes da:

- Identificação de todo equipamento instalado;
- Instrução de como utilizar as medidas implantadas e operar os equipamentos instalados;
- Informação de como manter as medidas e equipamentos.

A falta de informação e conhecimento pode levar ao uso incorreto dos sistemas e equipamentos, por mais simples ou tecnológico, acarretando num desequilíbrio dos custos operacionais, no consumo de água e energia, no conforto térmico e na produção de resíduos.

4.3.6.5 RS – Crédito 4: Liderança em Ação

Objetivo: fomentar a transformação da indústria da construção civil em direção a sustentabilidade, através da capacitação e engajamento profissional, disseminação da informação, promoção de pesquisas e estudos, incentivo a criação de políticas públicas e desenvolvimento de ferramentas para o mercado. (Guia GBC Brasil Casa, p.355)

Esse crédito determina que no mínimo cinco profissionais ou empresas relacionadas a obra sejam membros do GBC Brasil, criando uma rede colaborativa com responsabilidade socioambiental.

4.3.7 Inovação e Projeto (IP)

Esta categoria busca a inovação nas construções sustentáveis por meio do projeto integrado, com pelo menos de um profissional acreditado pelo GBC Brasil na equipe. Incentiva ainda o uso de tecnologias e métodos com nível superior aos exigido nos pré-requisitos e créditos dos guia, e devem estar descritas no Manual do Usuário.

4.3.7.1 Pré-requisito 1: Manual de operação, uso e manutenção

Objetivo: desenvolver um guia que contenha informações sobre o projeto e obra da residência, assim como informações sobre os equipamentos e sistemas instalados e como operá-los, para que a mesma mantenha seu desempenho elevado ao longo de sua vida útil. (Guia GBC Brasil Casa, p.361)

O manual de operação, uso e manutenção deve ser elaborado de modo que os usuários da residência compreendam e desenvolvam uma rotina de verificação dos sistemas e tecnologias.

O manual deve possuir todo o projeto arquitetônico e complementares, além do memorial descritivo. Devem ser anexados os manuais e guias de manutenção e operação dos sistemas e equipamentos instalados, como os sistemas de energia fotovoltaica, de captação de água pluvial e de aquecimento de água.

4.3.7.2 Crédito 1: Projeto integrado e planejamento

Objetivo: maximizar oportunidades para adoção de melhorias técnicas, ambientais e econômicas nos projetos através da metodologia de trabalho das equipes envolvidas. Os ganhos são obtidos através de colaboração, integração e inovação. (Guia GBC Brasil Casa, p.365)

O Projeto Integrado é uma metodologia de trabalho que envolve os profissionais das diversas áreas e etapas da obras, os construtores e até mesmo o proprietário. Por meio de reuniões com as equipes devem ser elaborados cronogramas e analisadas as estratégias e premissas do projeto, possibilitando um projeto com sistemas harmônicos e em equilíbrio, no qual um foi planejado em conjunto com outro.

Os profissionais integrantes da equipe devem ser capacitados e participar do projeto desde a fase de concepção até a obra ou pós-obra. Contudo deve ser analisado a viabilidade do processo de projeto integrado para uma residência unifamiliar de médio porte.

4.3.7.2 Crédito 2: Educação e divulgação

Objetivo: promover a conscientização e educação pública geral sobre os créditos da Certificação do GBC Brasil. (Guia GBC Brasil Casa, p.371)

As estratégias sustentáveis adotadas na residência devem ser divulgadas para a população em geral gerando conhecimento sobre uma residência sustentável e sanando dúvidas e preconceitos, seja por meio de publicação bibliográficas e na internet ou com visita técnica a residência.

4.3.7.3 Crédito 3: Inovação e projeto

Objetivo: minimizar o impacto ambiental da residência por meio da incorporação de técnicas sustentáveis e medidas construtivas que tenham benefícios tangíveis e demonstráveis, além dos créditos descritos dentro deste Guia de Certificação. (Guia GBC Brasil Casa, p.375)

Esse crédito possibilita o uso de uma estratégia inovadora não especificada pelo Guia GBC Brasil Casa, além de computar os créditos de desempenho exemplar. Recomenda-se que ao menos um profissional da equipe seja acreditado pelo GBC Brasil.

4.3.8 Créditos Regionais (CR)

Essa categoria busca a aplicação de estratégias sustentáveis em conformidade com as características regionais em que o projeto está inserido. A

categoria divide-se em cinco créditos com cada um referente a uma região do país, e para esse projeto deve ser seguido as prioridades regionais do sudeste.

4.3.8.1 CR – Crédito 4: Prioridades Regionais - Sudeste

Objetivo: incentivar o desenvolvimento e criação de cadeias produtivas referentes à construção civil, em diferentes regiões do país. (Guia GBC Brasil Casa, p.387)

Para atender a esse crédito, outros já citados anteriormente devem ser atendidos, sendo eles abaixo citados conforme Guia GBC Brasil Casa, p.387.

1. IMP – Crédito 5: proximidade a recursos comunitários e transporte público;
2. IMP – Crédito 9: redução de ilha de calor;
3. IMP – Crédito 10: controle e gerenciamento de águas pluviais;
4. URA – Crédito 2: medição setorizada do consumo de água;
5. EA – Crédito 3: desempenho aprimorado da envoltória;
6. MR – Crédito 2: madeira certificada;
7. QAI – Crédito 6: controle de partículas contaminantes;
8. QAI – Crédito 7: materiais de baixa emissão.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trabalho apresentado permitiu desenvolver um projeto residencial aplicando conceitos sustentáveis e critérios balizados pelo programa GBC Brasil Casa, tal como um guia.

A maior contribuição desse trabalho é a consideração que os critérios da certificação GBC Casa apresentaram no estudo de caso, que foi de fácil aplicação, podendo melhorar o nível de qualidade do ambiente construído e contribuindo para alcançar as metas estabelecidas pela Agenda 21 nas esferas municipais, estaduais e federais.

O estudo de caso possibilitou a prática profissional de projetar uma residência com estratégias sustentáveis voltada para o ambiental, social e econômico, compreendendo a aplicabilidade de uma certificação ambiental para edificação. Além disso, permitiu definir as melhores práticas projetuais para a zona bioclimática e entorno na qual o projeto está inserido.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 9050**. Norma Brasileira. Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos. Rio de Janeiro: ABNT. 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS- ABNT. **NBR 15527**. Norma Brasileira. Água de chuva - Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis - Requisitos. Rio de Janeiro: ABNT. 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **CB-02**. Brasil Set/2003. Disponível em: www.projeteee.mma.gov.br/glossario/zonas-bioclimaticas/

CAIXA. **Boas práticas para habitação mais sustentável**. São Paulo: Páginas & Letras - Editora e Gráfica, 2010.

CÂMARA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO. **Guia de Sustentabilidade na Construção**. Belo Horizonte: FIEMG, 2008.

CMMAD - COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE. **Nosso Futuro Comum**. Tradução de Our common future. 1a ed. 1988. Rio de Janeiro: Editora da Fundação Getúlio Vargas, 1991.

CORBELLA, Oscar. **Manual de arquitetura bioclimática tropical** / Oscar Corbella e Viviane Corner. – Rio de Janeiro: Revan, 2011. 2ª reimpressão, outubro de 2017

CORBELLA, Oscar; YANNAS, Simos – **Em busca de uma arquitetura sustentável para os trópicos: conforto ambiental**. Rio de Janeiro: Editora Revan – 2003

GREEN BUILDING COUCIL BRASIL (GBC Brasil) – Curso **GBC Brasil Casa e Condomínio**, ministrado por Anderson Benite, realizado em São Paulo – em 27/11/2017 e 28/11/2017.

GREEN BUILDING COUCIL BRASIL (GBC Brasil) – **Curso Projeto Integrado: LEED v4 e GBC Brasil Casa e Condomínio**, ministrado por Anderson Benite, realizado em São Paulo – em 30/01/2018 e 31/01/2018.

GREEN BUILDING COUCIL BRASIL (GBC Brasil) - **Guia de Certificação GBC Brasil Casa** – Segunda Versão. GBC, 2017.

INBS. **Súmula do Relatório Brundtland**. Disponível em: www.inbs.com.br/. Acesso em: 15 nov. 2018.

INMET – **Normais Climatológicas do Brasil**. Disponível em: www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/normaisClimatologicas Acesso em: 21 out. 2018.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Agenda 21 brasileira**: resultado da consulta nacional / Comissão de Políticas de Desenvolvimento Sustentável e da Agenda 21 Nacional. 2. ed. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2004.

ONU. **Declaração da Conferência de ONU no Ambiente Humano**, Estocolmo, 5-16 de junho de 1972. Disponível em: < www.mma.gov.br > Acesso em: 19 nov. 2018.

ONU. **Protocolo de Quioto**. Editado e traduzido pelo Ministério da Ciência e Tecnologia com o apoio do Ministério das Relações Exteriores da República Federativa do Brasil. Disponível em: <www.mudancasclimaticas.cptec.inpe.br>. Acesso em: 17 nov. 2018.

PBE. **Etiqueta PBE Edifica**. Disponível em: < www.pbeedifica.com.br/ >. Acesso em: 23 nov. 2018.

PREFEITURA MUNICIPAL DE UBERLÂNDIA. BDI - **Banco de dados integrados**. Disponível em: < [www.uberlandia.mg.gov.br/2014/secretaria-pagina/56/514/banco de dados integrados bdi.html](http://www.uberlandia.mg.gov.br/2014/secretaria-pagina/56/514/banco_de_dados_integrados_bdi.html) >. Acesso em: 04 set. 2018.

PREFEITURA MUNICIPAL DE UBERLÂNDIA. **Código de Obras de Uberlândia** - Lei nº 4808 de 26 de outubro de 1988. Disponível em: <www.leismunicipais.com.br/prefeitura/mg/uberlandia>. Acesso em: 17 out. 2017.

PREFEITURA MUNICIPAL DE UBERLÂNDIA. Zoneamento do uso e ocupação do solo – **IPCA nº 006/2011**. Lei complementar nº 525, de 14 de abril de 2011. Disponível em: <www.leismunicipais.com.br/prefeitura/mg/uberlandia>. Acesso em: 17 out. 2017.

RIO +20: **O modelo brasileiro: relatório de sustentabilidade da Organização da Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável**. Org. Jose Solla. Brasília. Funga. 2012. In: http://www.mma.gov.br/images/noticias_arquivos/pdf/dezembro_2012/relatorio-rio20_atual.pdf

TIJOLO PONTO ECO – **Manual de Construção**. Disponível em: <www.tijolo.eco.br/tijolo-ecologico/manual-de-construcao/>. Acesso em: 28 set. 2018.

VANZOLINI. **Certificação AQUA**. Disponível em: <www.vanzolini.org.br/aqua/>. Acesso em: 17 nov. 2018.

ZAMBRANO, Letícia Maria de Araújo. **Integração dos Princípios da Sustentabilidade ao Projeto de Arquitetura** / Letícia Maria de Araújo Zambrano. Rio de Janeiro: UFRJ / FAU / PROARQ, 2008.

APÊNDICE A

Cálculo: Dimensionamento do sistema fotovoltaico capaz de suprir cerca de 90% do consumo desta residência.

Consumo mensal de energia elétrica estimado: 600 kwh/mês

Emm (Consumo de energia elétrica média mensal) = 90% de 600 = 540 kwh/mês

Custo de disponibilidade (Cd) = 50 kwh (bifásico)

Valor de radiação solar em Uberlândia (HSP) = 5,25 kwh/mês

- Cálculo energia média mensal (EC)

$$EC = Emm - Cd$$

$$EC = 540 - 50$$

$$EC = 490 \text{ kwh/mês}$$

- Cálculo energia diária (ECd)

$$ECd = EC / 30$$

$$ECd = 490 / 30$$

$$ECd = 16,33 \text{ kwh/dia}$$

- Cálculo potência pico (Ppico)

$$Ppico = ECd / HSP$$

$$Ppico = 16,33 / 5,25$$

$$Ppico = 3,11 \text{ kwh}$$

Considerando a utilização de módulos de 72 células supondo uma potência de 320 watt-pico (Wp).

O atendimento à potência de 10.0 kwp (média de 1250 kwh/mês) apresenta uma disponibilidade de área para instalação de placas de pelo menos 70m²

- Cálculo módulos (Nm)

$$Nm = Ppico / (wp \times 1000)$$

$$Nm = 3,11 / (320 \times 1000)$$

$$Nm = 3,11 / 320000$$

$$Nm = 9 \text{ módulos}$$

09 módulos de dimensões 2m x 1m

Área de cobertura necessária = 18 m²

Considerando um custo médio de instalação de R\$ 4,00/Watt e a tarifa residencial da CEMIG de R\$ 0,94/kWh, o payback do sistema, desconsiderando inflação energética é de:

- Kwh – wh

Ppico = 3,11 kwh x 1000

Ppico = 3110 wh

- Valor do sistema a ser instalado

3110 wh x R\$ 4,00/w = R\$ 12.440,00

- Valor a ser pago a concessionária mensalmente

490 kwh/mês x R\$ 0,94/mês = R\$ 460,60

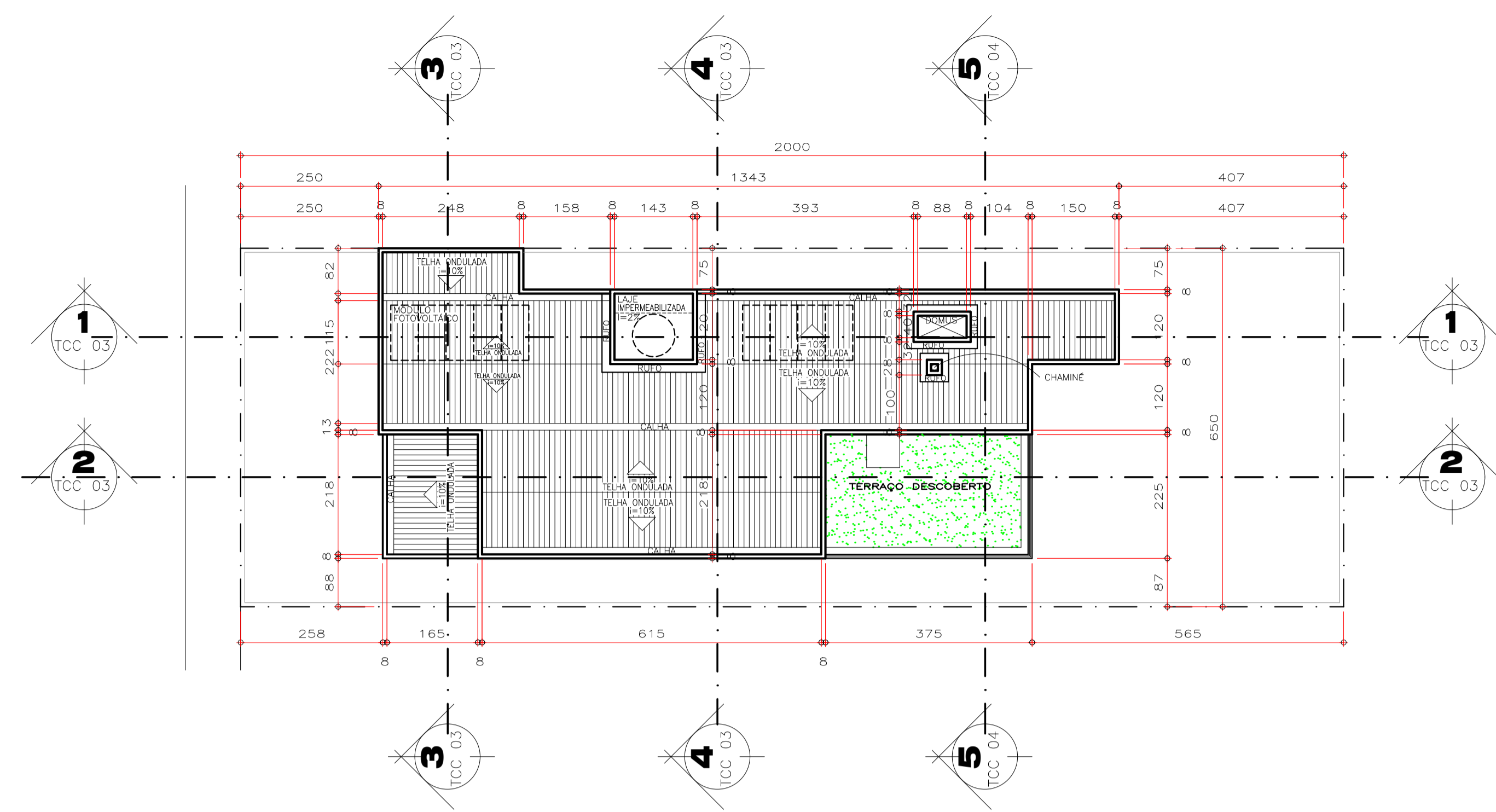
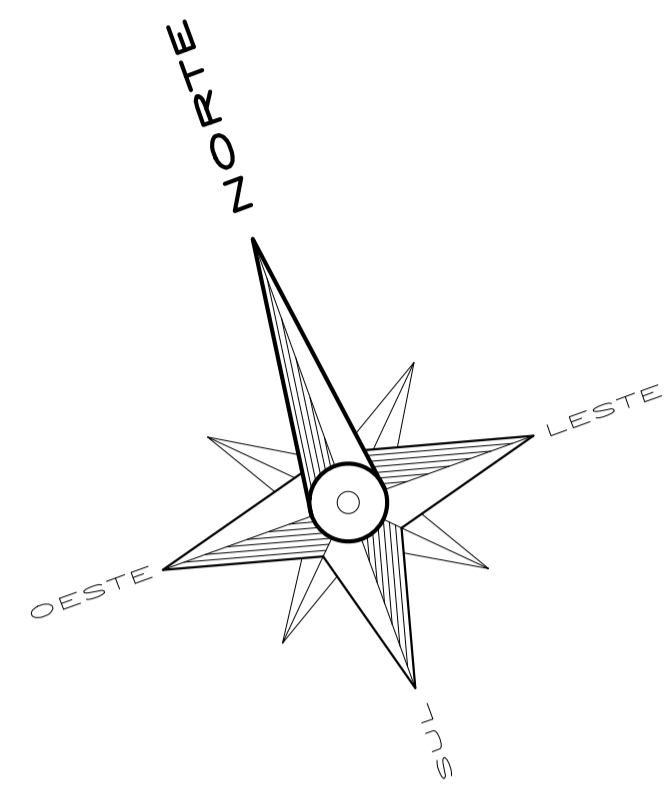
- Payback

R\$ 460,6 X 12 meses = R\$ 5.527,20 / ano

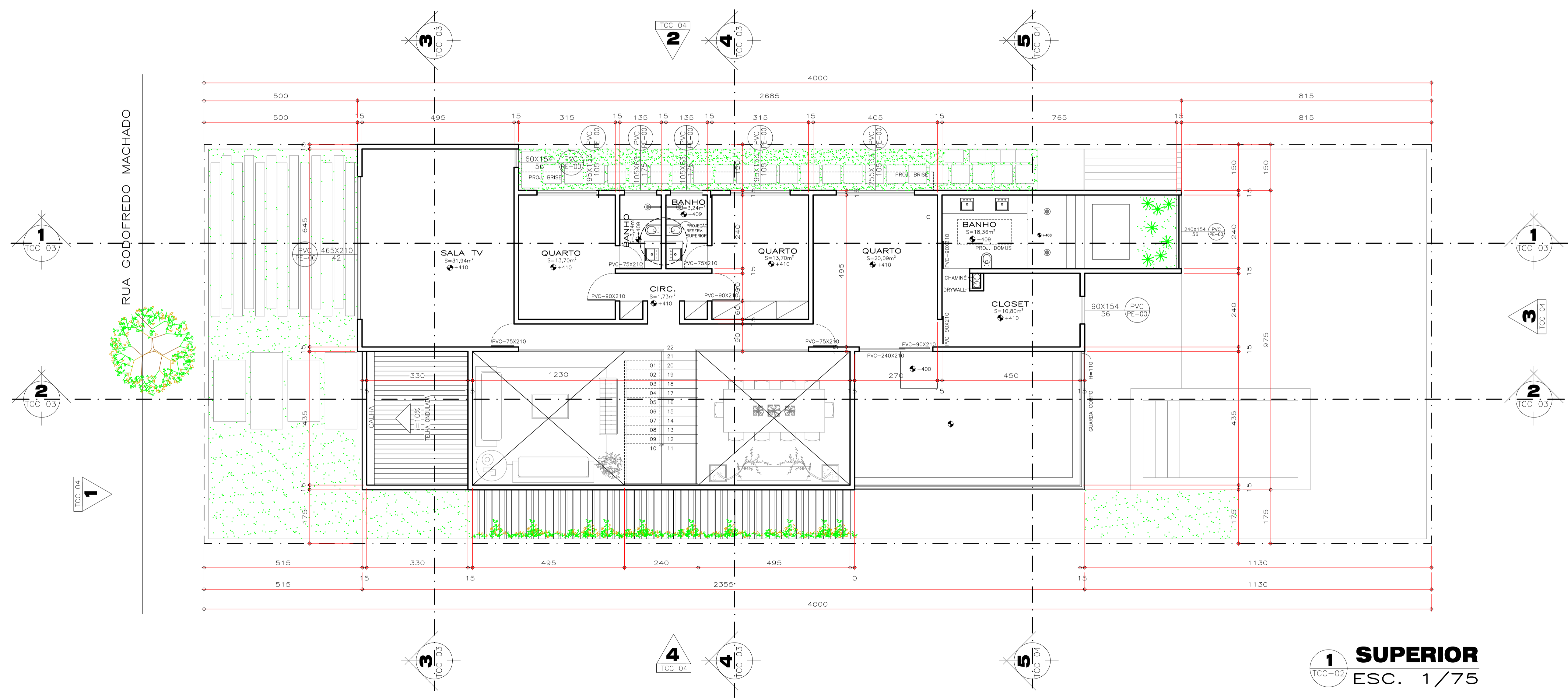
R\$ 12.440,00 / R\$ 5.527,20 = 2,25 anos

APÊNDICE B

Projeto arquitetônico residência

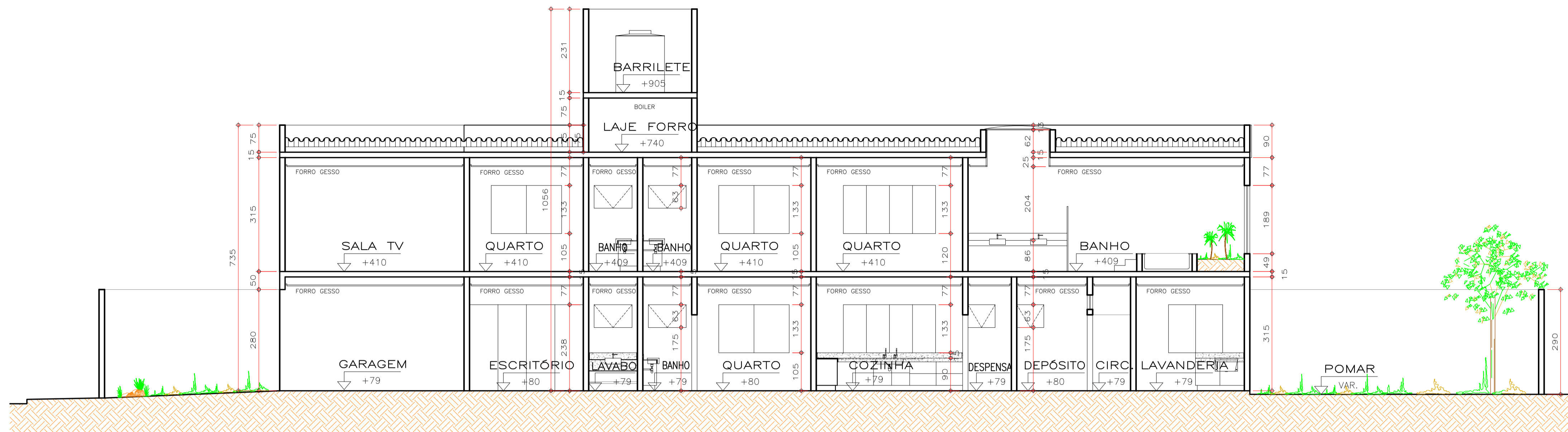


2 COBERTURA
TCC-02 ESC. 1/150

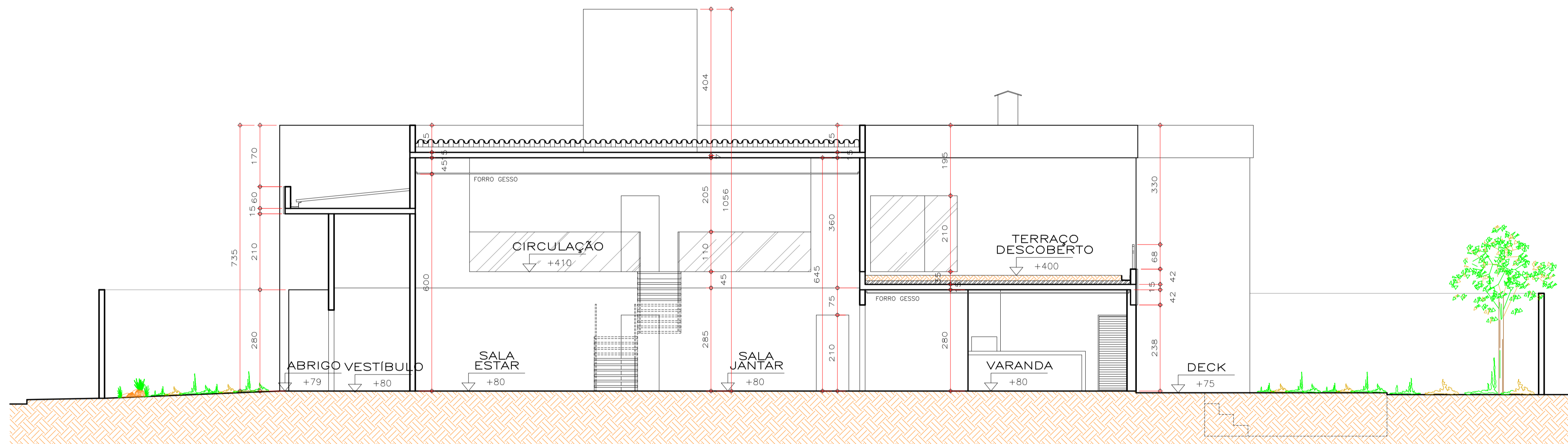


1 SUPERIOR
TCC-02 ESC. 1/75

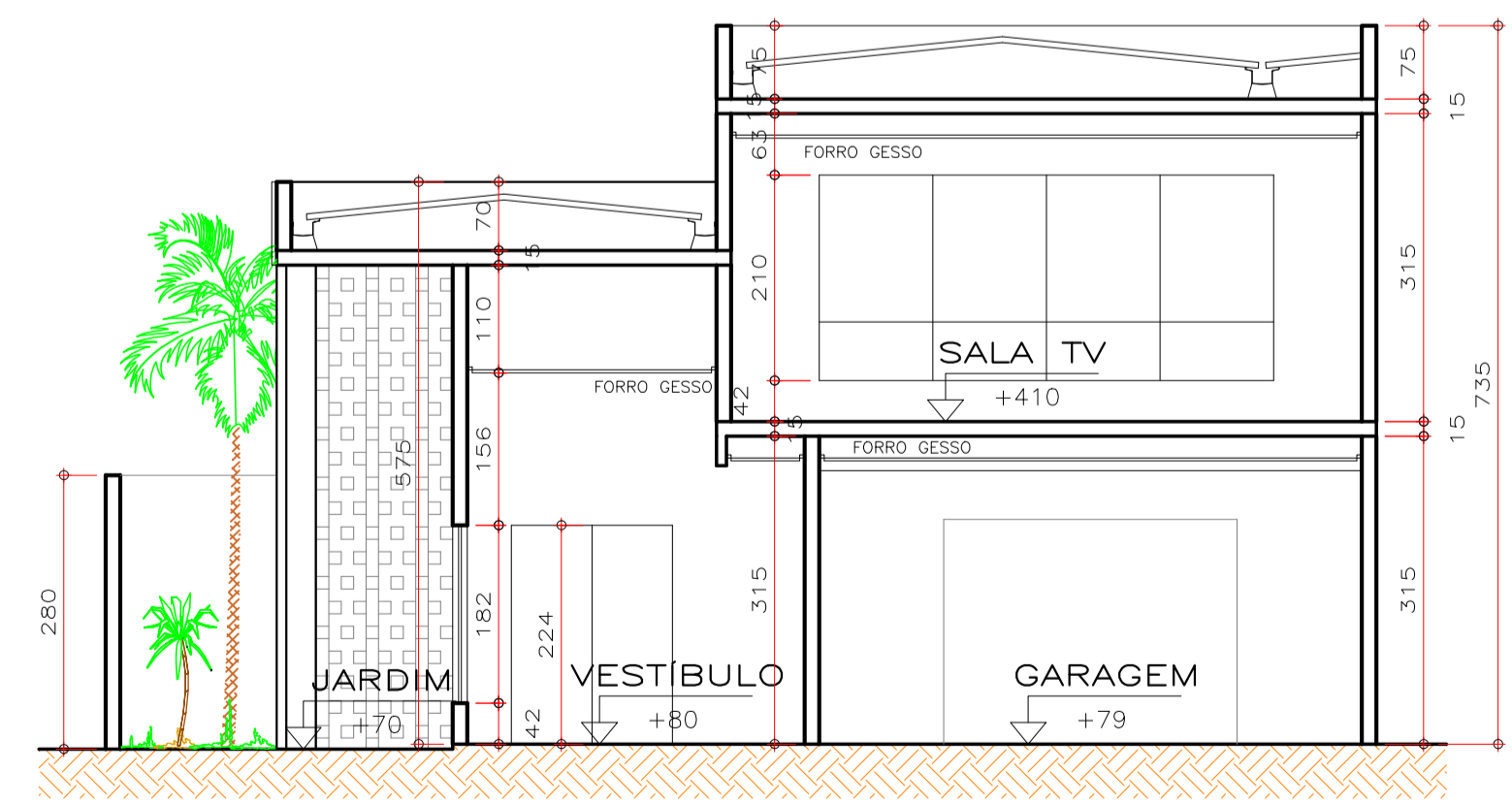
ÁREAS (M ²)	
TERRENO	520,00
TERREO SUPERIOR	246,79
À CONSTRUIR	140,92
TX OCUPAÇÃO	387,61
COEF. APRÓV.	47,45%
PERMEÁVEL (30,15%)	0,74
	156,81



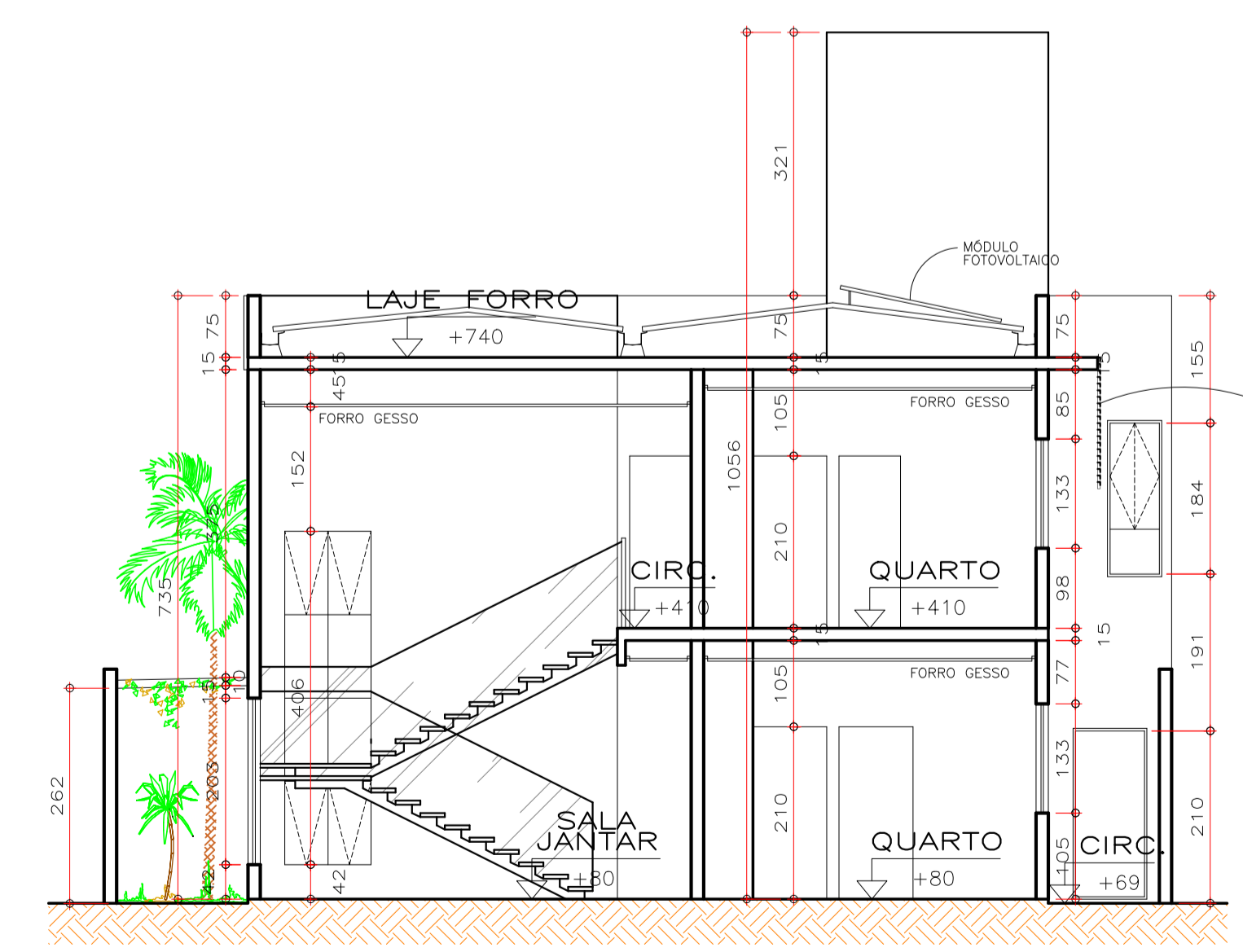
1 CORTE 1-1
TCC-03 ESC. 1/75



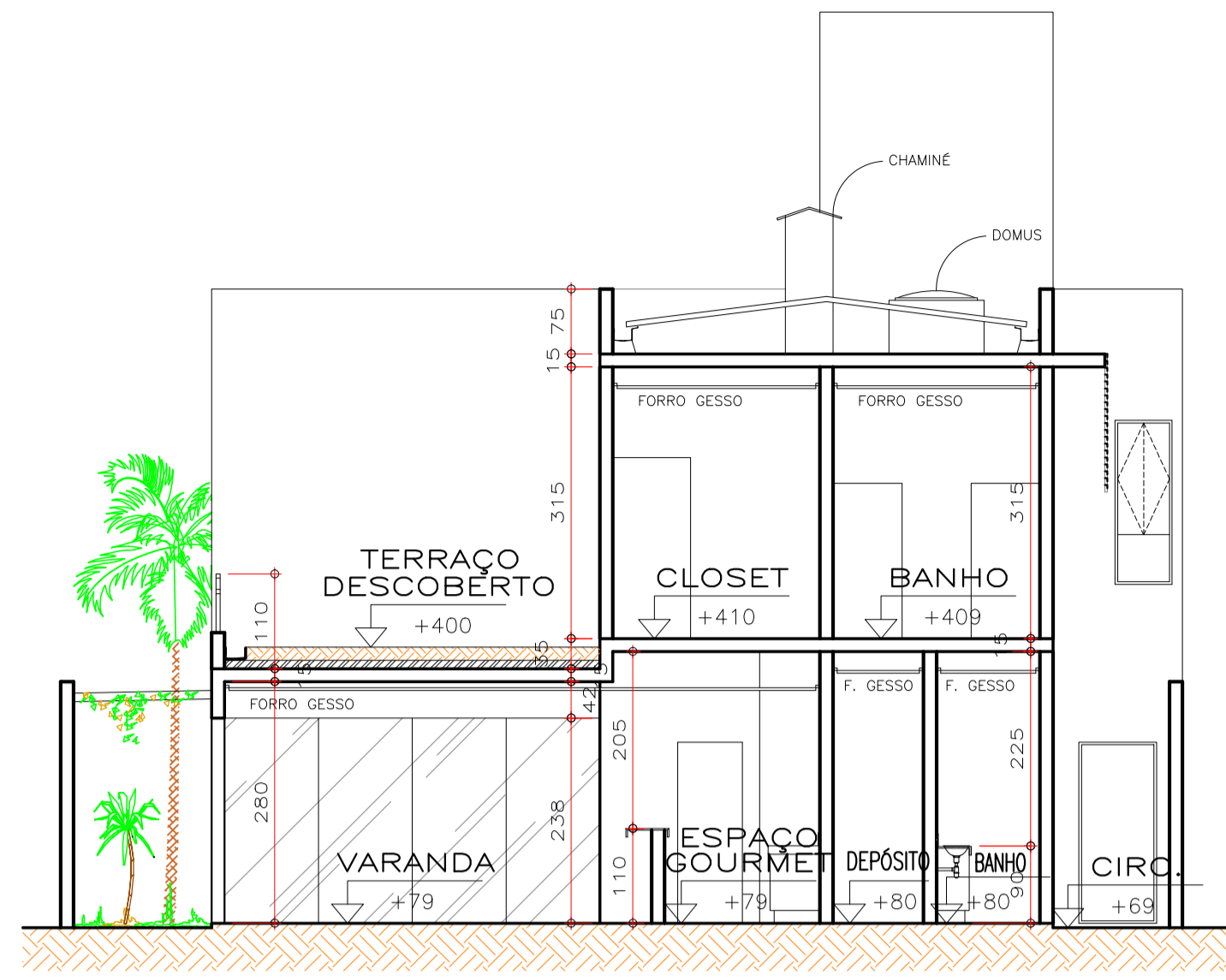
2 CORTE 2-2
TCC-03 ESC. 1/75



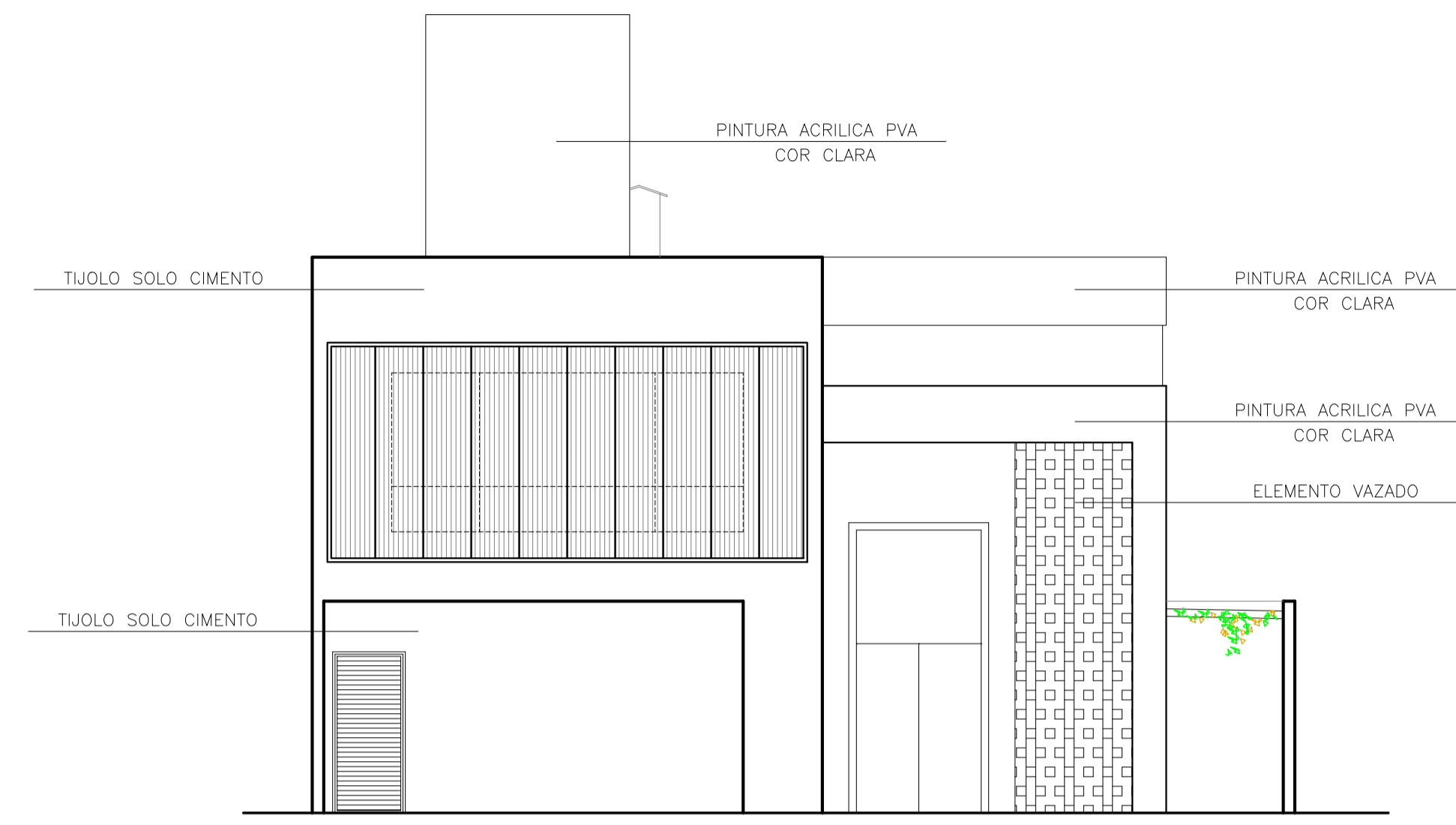
3 CORTE 3-3
TCC-03 ESC. 1/75



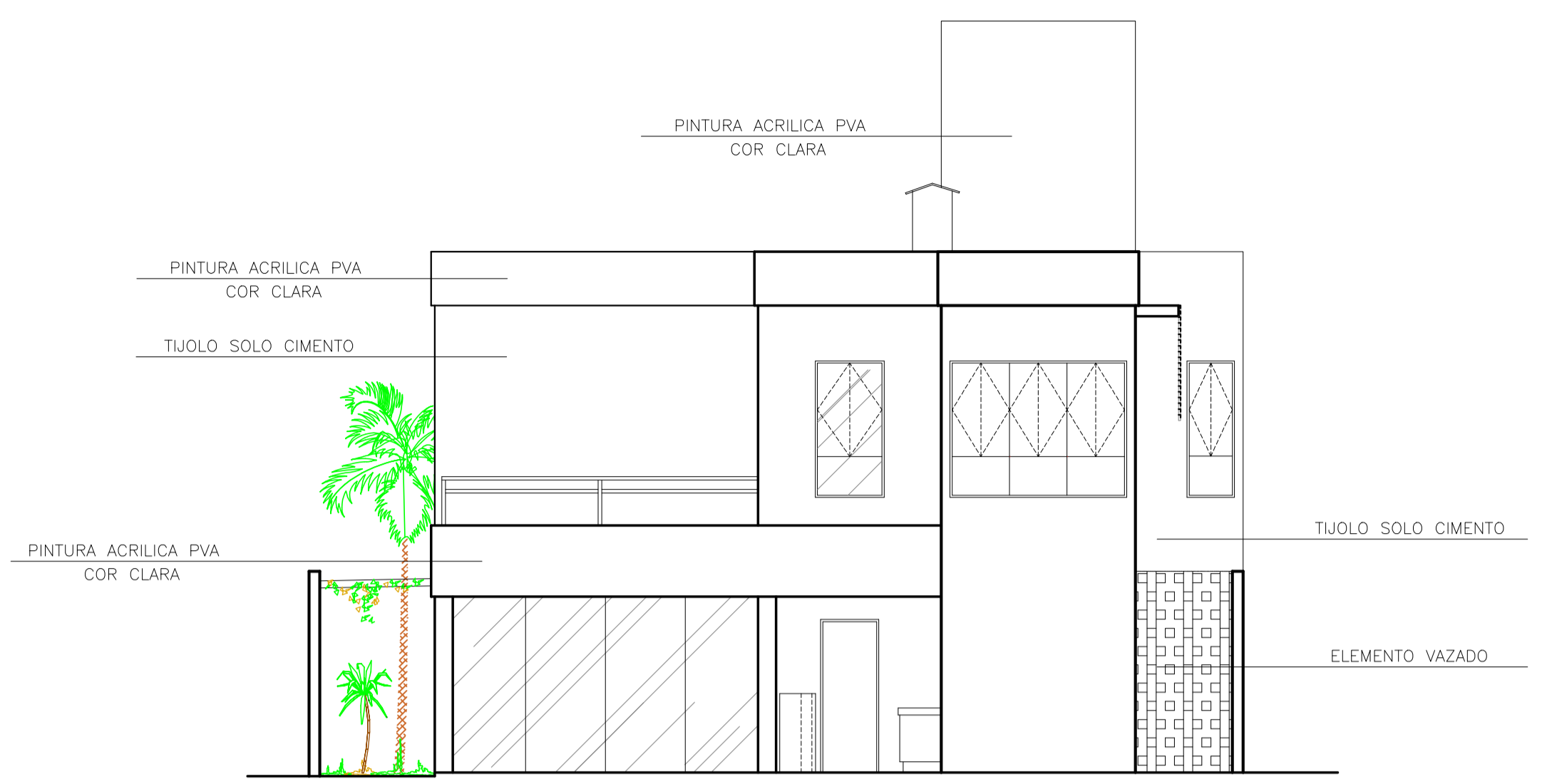
4 CORTE 4-4
TCC-03 ESC. 1/75



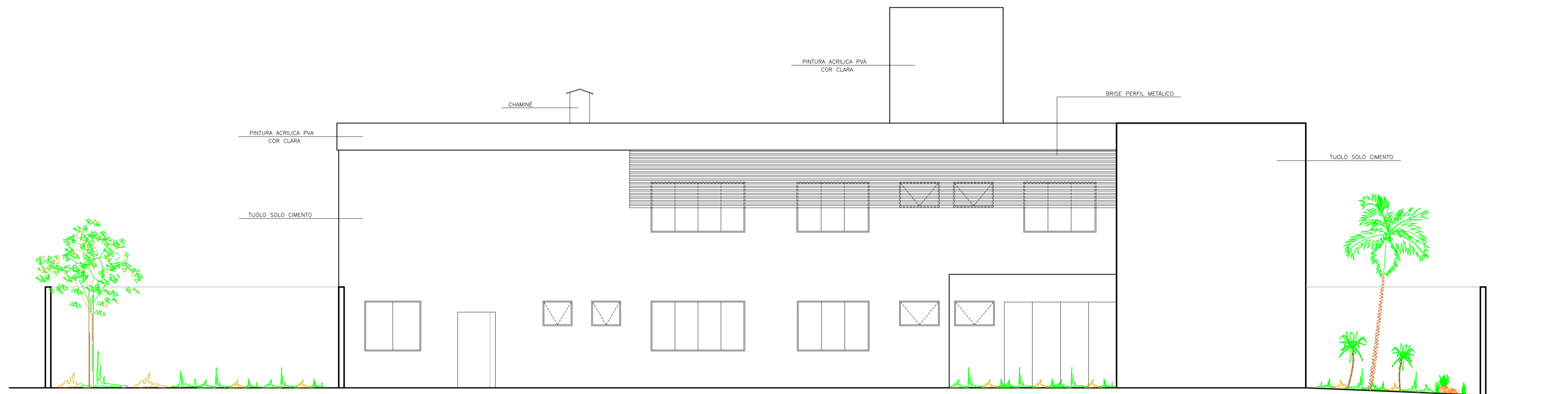
1 CORTE 5-5
TCC-04 ESC. 1/75



2 FACHADA 1
TCC-04 ESC. 1/75



3 FACHADA 3
TCC-04 ESC. 1/75

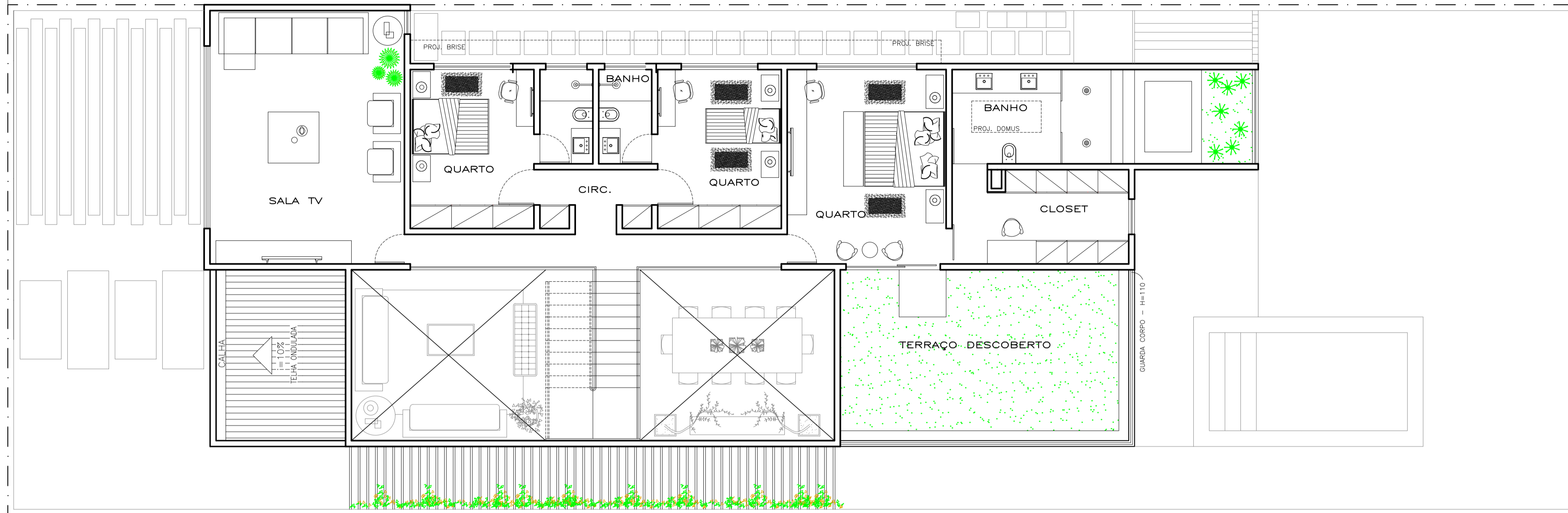
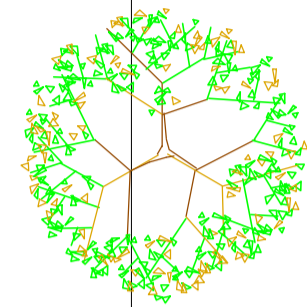


4 FACHADA 2
TCC-04 ESC. 1/75

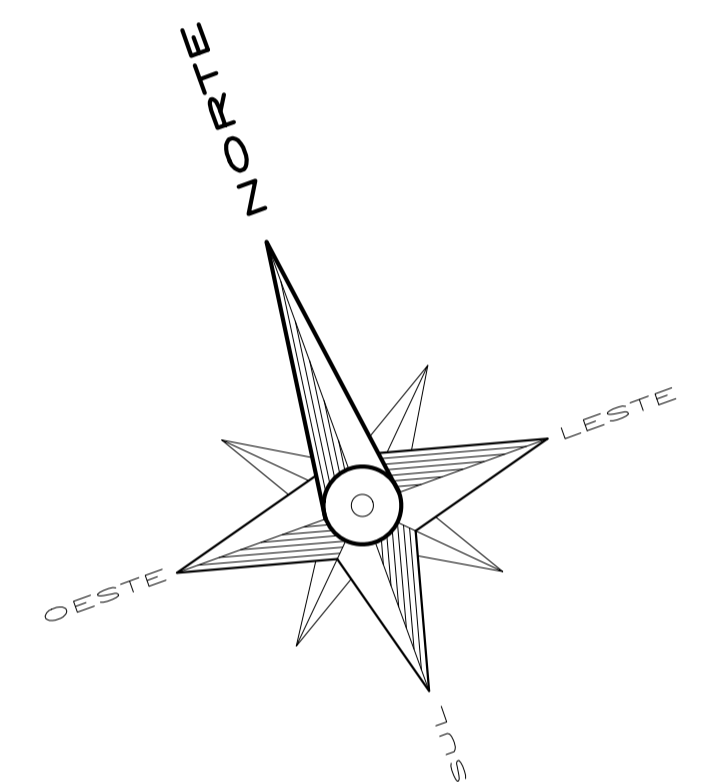


5 FACHADA 4
TCC-04 ESC. 1/75

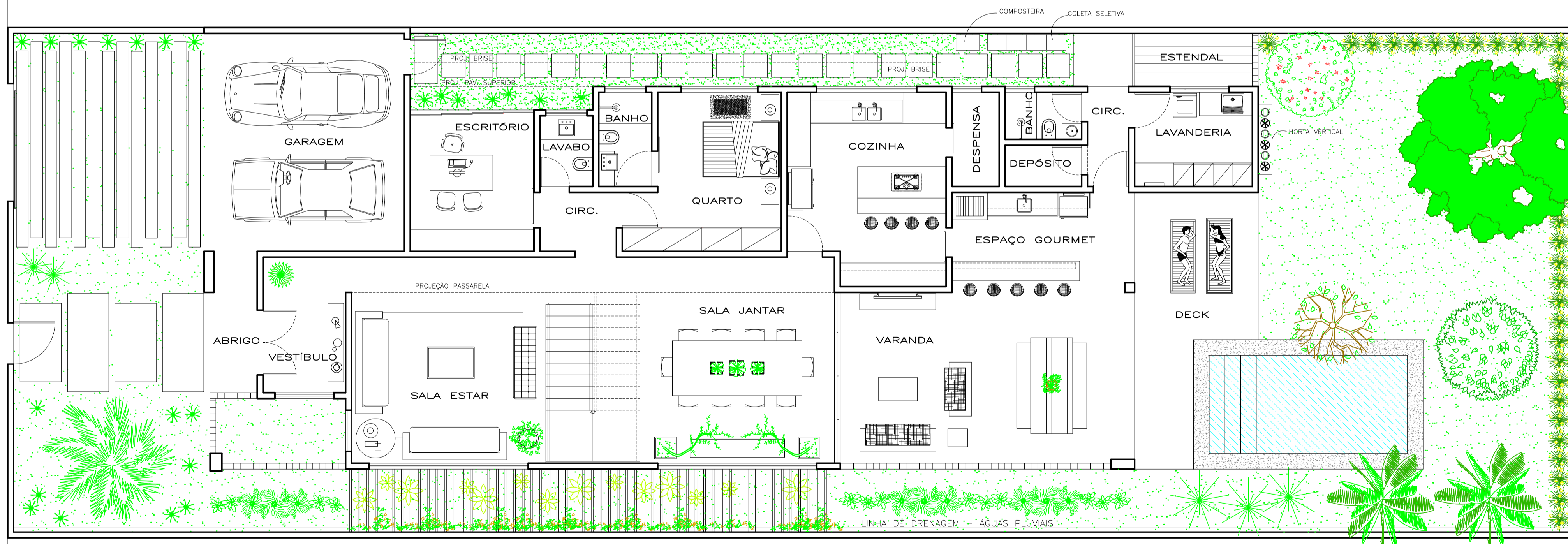
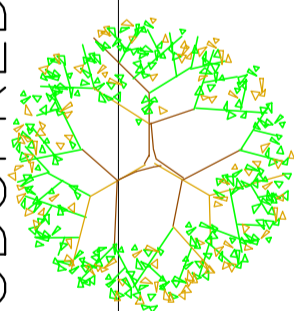
RUA GODOFREDO MACHADO



2 LAYOUT PAV. SUPERIOR
TCC-05 ESC. 1/75



RUA GODOFREDO MACHADO



1 LAYOUT PAV. TÉRREO
TCC-05 ESC. 1/75

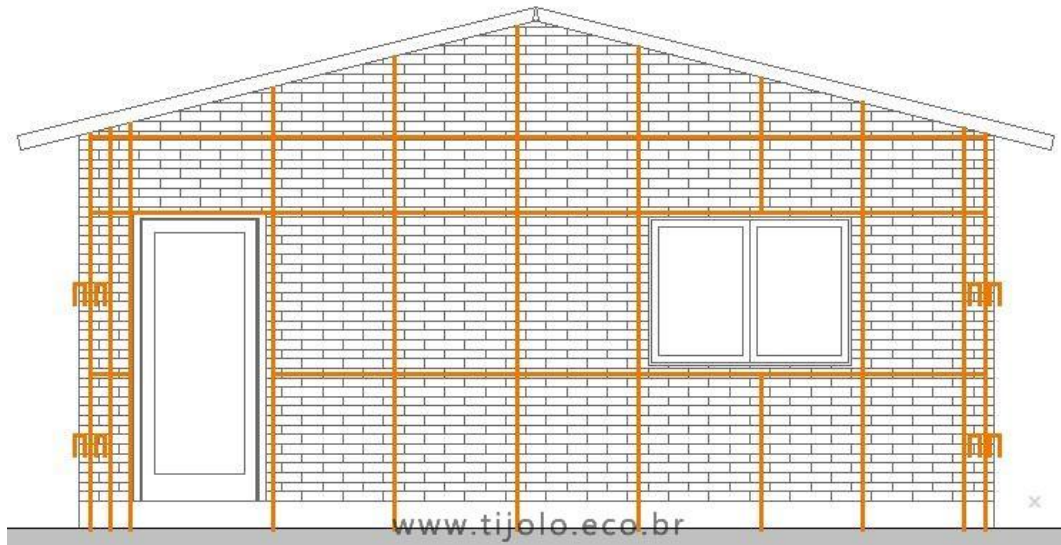
ANEXO A

Figura 29 – Representação da estrutura do sistema construtivo do tijolo ecológico demonstrando colunas, canaletas e grampos

Fonte: www.tijolo.eco.br/tijolo-ecologico/manual-de-construcao/