

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAPÁ - UNIFAP
CURSO DE ARQUITETURA E URBANISMO**

SIBELLE CAVALCANTE MONTEIRO

**ARQUITETURA BIOCLIMÁTICA APLICADA A UM ALOJAMENTO ESTUDANTIL NA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAPÁ, CAMPUS MARCO ZERO, MACAPÁ-AP**

**MACAPÁ - AP
2016**

SIBELLE CAVALCANTE MONTEIRO

***ARQUITETURA BIOCLIMÁTICA APLICADA A UM ALOJAMENTO ESTUDANTIL NA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAPÁ, CAMPUS MARCO ZERO, MACAPÁ-AP***

Monografia apresentada ao Curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal do Amapá como requisito parcial para obtenção do título de graduação em Arquitetura e Urbanismo.

Orientadora: Prof.^a M.a Marcelle Vilar da Silva

MACAPÁ - AP

2016

FOLHA DE APROVAÇÃO

SIBELLE CAVALCANTE MONTEIRO

ARQUITETURA BIOCLIMÁTICA APLICADA A UM ALOJAMENTO ESTUDANTIL NA UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAPÁ, CAMPUS MARCO ZERO, MACAPÁ-AP

Monografia apresentada ao Curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal do Amapá como requisito parcial para obtenção do título de graduação em Arquitetura e Urbanismo. Orientadora: Prof.^a M.a Marcelle Vilar da Silva

Macapá, _____ de _____ de _____.

BANCA EXAMINADORA

Prof.^a M.a Marcelle Vilar da Silva
Orientadora – UNIFAP

Prof. Patricia Takamatsu – UNIFAP

Arquiteto e Urbanista Antônio Pinheiro

À minha mãe, que sempre me mostrou que
o conhecimento é algo que ninguém pode nos tirar.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por sempre me cuidar.

Aos meus avós João e Nair Monteiro, pelo carinho e amor a mim dedicados, por sempre me darem todo apoio, força e incentivo para seguir esse caminho.

Aos meus tios Jonair Monteiro, Elvis Sousa e sua família, por me acolherem como sua filha e darem apoio e auxílio para um futuro promissor.

Aos meus familiares, que sempre ocuparam todos os vazios de minha vida, e nunca me deixaram faltar nada, por sempre estarem presente em cada momento, por acreditarem em mim, por todos os ensinamentos, carinho e amor, a eles todo o meu agradecimento, admiração e respeito.

Ao meu companheiro Rodrigo Soutelo, por toda paciência, todo carinho e compreensão, pelo apoio e companheirismo, e por sempre acreditar que seria possível.

Aos meus amigos, que apesar de minha ausência sempre estiveram me apoiando com suas palavras de conforto, e que de uma forma ou de outra me incentivaram a seguir esse caminho.

À minha orientadora Prof^a. M.a Marcelle Vilar, agradeço pelo apoio, pela confiança, pela oportunidade e por toda paciência. Obrigada por acreditar em mim e sempre se tornar disponível para a realização desse trabalho.

Aos professores do curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal do Amapá, por todo ensinamento, atenção e pela paciência em nos aconselhar e transmitir seus conhecimentos.

RESUMO

Esta pesquisa compõe um estudo sobre a falta de moradia para estudantes na cidade de Macapá (AP). Com estudantes vindo de municípios próximos ou de outros estados em busca de conhecimento, é visto que as universidades do estado não atendem às necessidades de moradia para esses alunos. No Brasil, não existe um cuidado em construir e preservar habitações que atendam às necessidades específicas dos alunos. Muitos alojamentos são edifícios adaptados que não suportam a quantidade de estudantes ou não têm equipamentos necessários para recebê-los. O objetivo deste trabalho é propor uma residência estudantil que atenda às diretrizes construtivas de conforto térmico, trazendo conforto ambiental aos moradores, além de propor um sentimento de intimidade dos alunos com a residência, buscando uma identidade própria para o projeto. Para a elaboração desse projeto, foram feitos levantamentos bibliográficos, estudos de caso e análises climáticas. Com base nos estudos e nas análises feitas, é visto que é possível a elaboração de um projeto bioclimático de uma residência estudantil em Macapá, que atenda às necessidades dos alunos moradores e possua diversidade e identidade própria.

Palavras-chave: Habitação estudantil, conforto ambiental, eficiência energética, desempenho térmico, clima quente e úmido.

ABSTRACT

This research writes off a study about the lack of student housing in the city of Macapa. The universities in the state do not attend the housing necessities of the students arising from nearby cities or other states, searching for knowledge. In Brazil there is not an attention in building and preserving housing that attends the specific needs of students. Many lodges are adapted buildings, which do not support the number of students or where there is no necessary equipment to receive them. The aim of this research is to propose a student residence that attends the constructive recommendations for thermic comfort, bringing forward environmental comfort to the residents, in addition to proposing a feeling of intimacy of the students with the residence, introducing an identity for the architecture draft.

Keywords: Student housing, environmental comfort, energy efficiency, thermal performance, hot and humid acclimate.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
2 METODOLOGIA.....	11
2.1 MÉTODO DE ESTUDO DE CASO.....	11
3 REFERÊNCIAL TEÓRICO	12
3.1 RELAÇÃO ESTUDANTE E RESIDÊNCIA	12
3.2 RESIDÊNCIAS UNIVERSITÁRIAS	13
3.2.1 Histórico das residências universitárias no Brasil	14
3.2.2 Residências estudantis: Tipologias.....	16
3.2.3 Residências estudantis: Ambiente e serviços.....	21
3.2.4 Residências estudantis: Unidades habitacionais individuais	22
3.2.5 Formatos, dimensões, móveis e acabamentos da unidade habitacional	23
3.3 ESTUDOS DE CASO.....	25
3.3.1 Alojamento estudantil da cidade universitária da UFRJ.....	25
3.3.2 Alojamento estudantil Pedro Nunes da Universidade de Coimbra	33
3.2.3 Residência universitária de Poljane, Universidade de Ljubljana.....	37
3.4 PSICOLOGIA AMBIENTAL.....	40
3.5 ARQUITETURA BIOCLIMÁTICA	41
3.6 CONFORTO AMBIENTAL EM UNIDADES HABITACIONAIS	42
3.6.1 Variáveis climáticas	43
3.6.2 Conforto térmico	46
3.6.3 Iluminação natural	47
3.6.4. Diretrizes projetuais para o clima quente e úmido	49
3.7 CLIMATOLOGIA DA CIDADE DE MACAPÁ-AP	55

3.7.1	Latitude 0° – A linha do Equador	57
3.7.2	Normais climatológicas	58
3.8	A PROBLEMÁTICA DAS RESIDÊNCIAS ESTUDANTIS EM MACAPÁ	68
4	PROPOSTA DE RESIDÊNCIA UNIVERSITÁRIA NO CAMPUS MARCO ZERO	73
4.1	ÁREA DE IMPLANTAÇÃO E AS LEGISLAÇÕES VIGENTES.....	73
4.2	PROGRAMA DE NECESSIDADE E PRÉ DIMENSIONAMENTO.....	83
4.4	REFERÊNCIAS ARQUITETÔNICAS	86
4.5	PARTIDO ARQUITETÔNICO	90
4.5.1	Prancha semântica	92
4.5.2	Unidades habitacionais.....	94
4.6	ASPECTOS URBANOS E PAISAGÍSTICOS	108
4.7	MATERIAIS E SOLUÇÕES ARQUITETÔNICAS.....	115
4.7.1	Infraestrutura	115
4.7.2	Paredes e aberturas	116
4.7.3	Cobertura.....	122
4.7.4	Revestimentos, acabamentos e pintura.....	123
4.7.5	Soleiras e peitoris	125
4.7.6	Aparelhos sanitários	125
4.7.7	Limpeza final.....	127
5	ANÁLISE DO DESEMPENHO TÉRMICO PARA O ALOJAMENTO PROPOSTO A PARTIR DO PIOR CENÁRIO EM DOIS DORMITÓRIOS	128
5.1	PIOR CENÁRIO DO BLOCO HABITACIONAL	130
5.1.1	Análise solar da proteção existente	133
5.1.2	Desempenho térmico do pior cenário	139
5.2	PIOR CENÁRIO DO BLOCO TRANSITÓRIO	143
5.2.1	Desempenho térmico do pior cenário	147

5.3 ANÁLISES COMPARATIVAS DE PIOR CENÁRIO DOS AMBIENTES	151
5.4 DISCUSSÕES DA ANÁLISE.....	152
6 CONCLUSÃO.....	154
REFERÊNCIAS	156
ANEXO A – CÁLCULO CSTB	159
ANEXO B – CÁLCULO CSTB	163

1 INTRODUÇÃO

Com o crescimento da cidade de Macapá (AP), localizada no extremo norte do Brasil, seu setor universitário também cresceu, como os polos da Universidade Federal do Amapá, nas rodovias Juscelino Kubitschek e Duca Serra, além das faculdades particulares presentes em grande parte da cidade. Com isso, muitos estudantes de baixa renda do interior do estado ou de outras localidades do Brasil optaram por ingressar na universidade, porém sem residências estudantis oferecidas, apenas com bolsas de auxílio à moradia, o que fez surgir a demanda por uma casa de estudantes.

Atualmente, existe em construção uma casa do estudante da Universidade Federal do Amapá, que teve seu lançamento de obra em 2013, mas ainda não foi entregue. A casa do estudante atenderá a 150 alunos. Entretanto, percebe-se que, em muitas dessas moradias, não se tem qualidade no ambiente em relação às questões bioclimáticas de conforto térmico. São locações feitas para pessoas que estão de passagem em tipologia de hotel.

Como alternativa, os estudantes optam por dividir moradias improvisadas, localizadas próximas à universidade. No entanto, essas moradias não oferecem acomodações adequadas, áreas de estudo e de convívio social, não propiciam relacionamentos entre pessoas e não estimulam o trabalho em equipe, além de possuírem espaços pequenos. A presente composição visa propiciar uma nova visão de edificações, através da arquitetura bioclimática na área de conforto térmico e de métodos de construção sustentáveis com materiais alternativos para a casa do estudante, modificando o modo de vida das pessoas em convívio no local. Assim, foi projetada uma nova proposta de edificação para a residência estudantil, levando em consideração as condições climáticas presentes na região de Macapá (AP), analisando o conforto térmico do local em questão e utilizando recursos disponíveis na natureza, de forma a minimizar os danos causados a esta.

Considerando como são tratadas, atualmente, as questões ambientais, o desperdício de materiais nas obras civis e o fator climático, foi observada a necessidade de elaborar um projeto levando em questão esses fatores. Objetivou-se projetar um ambiente que atendesse aos fatores climáticos da cidade, utilizando meios naturais, sem agredir

ainda mais o meio ambiente. A obtenção de resultados se deu através de análises bioclimáticas, o que proporcionou um novo projeto de alongamento bioclimático para a residência dos estudantes da Universidade Federal do Amapá.

O trabalho desenvolvido seguiu os princípios do método hipotético dedutivo, de caráter qualitativo de invento descritivo, com o escopo de relatar propriedades para avizinhar-se ao tema, partindo de um problema e de uma hipótese, os quais nortearam a pesquisa. A coleta de dados foi secundária, com abordagem qualitativa através de pesquisas bibliográficas, análises, publicações avulsas e imprensa escrita e digital.

Para a elaboração do projeto, foram agregadas normativas abarcando tanto as normas municipais, como Plano Diretor, quanto as normas de conforto térmico 15220-3 argumentar o ambiente proposto. Dessa forma, o trabalho está atribuído dentro dos moldes legais.

Metodologicamente, organizou-se o presente trabalho por meio de estudos bioclimáticos, traçando uma análise comparativa de dados. Foram empregados artifícios estatísticos na análise de caracterização do clima e no tratamento dos dados colhidos, além de pesquisas referentes a materiais construtivos e de baixo custo, estudos sobre impactos ambientais e estudos sociais.

2 METODOLOGIA

Pretende-se organizar esse trabalho por meio de um levantamento bibliográfico sobre residências estudantis e arquitetura bioclimática, além de análises de estudos de caso e caracterização do clima.

2.1 MÉTODO DE ESTUDO DE CASO

A essência do estudo de caso está em focar em uma decisão ou um conjunto de decisões, e em como elas são tomadas, implementadas e qual o resultado disso. Entretanto, um estudo de caso não se trata de um trabalho de campo, e sim de coletas de dados por diversos meios (YIM, 2015).

Portanto, trata-se de uma investigação empírica que investiga um fenômeno contemporâneo (o “caso”) em profundidade e em seu contexto de um mundo real, especialmente quando os limites entre eles puderem não ser claramente evidentes (YIM, 2015).

Esse método consiste em diversas variáveis de interesse dos pontos de dados, trazendo múltiplas fontes de evidência, batendo de frente com outros métodos (YIM, 2015).

Esse tipo de pesquisa se destaca em situações nas quais as principais questões são “como?” ou “por quê?”, ou quando o pesquisador não pode ter controle dos eventos comportamentais do ambiente. Nesse método, o pesquisador possui diversos pontos (YIM, 2015).

Entre as variações do estudo de caso, podemos incluir casos únicos ou múltiplos, pode ser limitado a evidências quantitativas e pode ser um método útil para fazer uma avaliação. Para fazer esse estudo de forma apropriada, é preciso conduzir a pesquisa de forma rigorosa, chegar a conclusões generalizadas quando necessário, gerir cuidadosamente o nível do estudo e compreender as vantagens comparativas da análise (YIM, 2015).

3 REFERÊNCIAL TEÓRICO

3.1 RELAÇÃO ESTUDANTE E RESIDÊNCIA

Diariamente, pessoas de diversas regiões procuram os estudos como forma de adquirir conhecimento, cultura e de traçar objetivos de vida. Um estudante passa em média 20 anos no ensino fundamental, médio e superior, para ter um resultado futuro em sua carreira profissional. Para que seus objetivos sejam traçados, é necessária uma rotina diária de estudos, boa alimentação, horas de sono, interação social e atividades físicas, tudo isso para um bom desempenho no seu dia a dia (PRIDE, 2015).

Os estudantes convencionalmente são definidos como pessoas jovens, solteiras, volúveis, adaptáveis e sem grandes condições financeiras. A maioria se encaixa nesse conceito, porém torna-se cada vez mais necessário atender um grupo mais variado de pessoas, possuindo origens econômicas e culturas diferentes, além de estudantes com necessidades específicas, como: alunos com necessidades especiais, estudantes mais velhos, casados e com famílias, alunos que além de estudar também trabalham e exigem mais dos serviços prestados a eles (PRIDE, 2015).

Em sua totalidade, os estudantes precisam de moradia e ambiente de estudos apropriados, áreas que propiciem interação social e privacidade, áreas de estudos, lazer e esportes. Para alguns alunos, essa será a primeira experiência fora de casa. Residências bem projetadas dão aos jovens uma experiência com a arquitetura que pode ser levada pelo resto de suas vidas (PRIDE, 2015).

Muitas residências estudantis passam o aspecto de instituição, pois são planejadas de formas a reduzir gastos e facilitar a administração do local (PRIDE, 2015). Essas residências são compostas por grandes corredores com unidades habitacionais, em sua maioria, de 6 m², sem áreas livres ou contato com áreas abertas, não possuem contexto visual com o ambiente, são projetadas sem se pensar no mínimo de conforto e nas manutenções mensais (ver figuras 7 e 8, p. 19 e 20). Todas essas questões trazem um resultado direto no desempenho do estudante na instituição de ensino.

Os estudantes passam cerca de 5 anos morando em residências universitárias, sem estrutura necessária para acomodá-los. Em sua maioria, são projetadas residências

com tipologia de hotel, para pessoas que estão de passagem e não para pessoas que irão passar em média 5 anos de suas vidas residindo naquele local.

É perceptível também a falta de identidade das residências, de mostrar ao estudante que aquele espaço pertence a ele, para que ele se sinta parte responsável pela residência, zelando pelo ambiente.

3.2 RESIDÊNCIAS UNIVERSITÁRIAS

Residência se refere a morada habitual em um lugar, domicílio, casa onde se reside, morada, moradia, habitações fornecidas pelo governo ou instituições (FERREIRA, 2010).

Com a busca da população por conhecimento, o número de alunos nas universidades cresce. Com isso, as demandas por residências têm um crescimento também. Atualmente são encontrados diversos tipos de residências que acomodam esses alunos, como alojamentos institucionais oferecidos e administrados pela universidade, repúblicas e albergues, que são organizações sem fins lucrativos destinadas à moradia e geridas pelos próprios moradores, além de casas e apartamentos acomodando estudantes de forma individual ou conjunta.

Em sua maioria, as residências para estudantes são administradas de diversas maneiras, influenciando de forma direta no projeto do espaço. As universidades oferecem acomodações comunitárias dentro ou fora do *campus*, algumas são propriedades da instituição e outras são apenas administradas por ela (PRIDE, 2015).

Devido à insatisfação dos estudantes quanto às residências, ou à superlotação, percebe-se uma grande demanda de jovens à procura de habitações por aluguel ou construídas sob encomenda. Esses estudantes, então, começam a dividir casas ou apartamentos próximos à comunidade universitária (PRIDE, 2015).

As universidades geralmente estimulam a sustentabilidade, e o projeto das residências estudantis precisa levar em consideração maneiras de reduzir o consumo de energia, além de disponibilizar energia renovável, reciclagem e transporte (PRIDE, 2015).

As questões de acesso a serviços e apoio aos estudantes é de extrema importância. Algumas universidades têm sistemas de assistência com tutores vivendo entre

os alunos, além de proporcionar residências em torno de pátios e áreas comuns, fazendo com que o estudante se sinta parte da instituição (PRIDE, 2015).

A relação entre residência e comunidade local deve ser levada em consideração, principalmente se a residência ficar dentro da cidade. Os projetos de arquitetura e paisagismo podem ajudar na integração da instituição com a comunidade (PRIDE, 2015).

3.2.1 Histórico das residências universitárias no Brasil

No Brasil, no início do século XVIII, temos inseridas as primeiras formas de ensino através dos Colégios Jesuítas e Franciscanos em mosteiros e conventos. Os Colégios Jesuítas continham, segundo Lúcio Costa, áreas para culto, trabalho e alojamentos e se situavam isolados da cidade. Já os Colégios Franciscanos se encontravam próximo a praças e largos que davam acesso às cidades. Um exemplo é a Igreja de Nossa Senhora de Assunção, que funcionava também como colégio e residência (SILVA, 2010).

Figura 1 - Igreja e Colégio de Nossa Senhora da Assunção, Anchieta-RS



Fonte: GOROVITZ, 1999 apud SILVA, 2010.

Em 1772, Marquês de Pombal extingue o ensino jesuíta no Brasil e implanta uma nova forma de ensino, tratando a instituição como unitária e secundária, que ligava o estudo de ensino superior a áreas isoladas de trabalho. Nessa nova forma de ensino, não há mais o controle da vida do estudante e a educação universal de caráter, de trabalho e espiritual

é separada devido à desvinculação das residências com o colégio (GOROVITZ, 1999 apud SILVA, 2010).

Em Ouro Preto (MG), no ano de 1850, a grande existência de alunos e professores interessados em cursar e lecionar nas áreas de mineração, engenharia e geologia, na antiga escola de Minas, dá início aos primeiros dormitórios estudantis em pequenas casas coloniais (NAWATE, 2014).

Figura 2 - República Pura, fundada em 1939. Ouro Preto (MG)



Fonte: abihouro.org.br.

No ano de 1920, surge a primeira instituição de ensino superior no Brasil, a Universidade do Rio de Janeiro, entre outras universidades. Com o crescimento dessas instituições, em 1930 surgem as chamadas “cidades universitárias”, criadas no governo do presidente Getúlio Vargas, com alojamentos próprios para alunos e professores que ingressavam (PINTO E BUFFA, não datado).

As cidade universitárias eram pequenas cidades que obtinham centros de pesquisas para alunos e professores, órgãos administrativos, diversos polos de tecnologias, áreas específicas para atividades de ensino, além de moradia e outras infraestruturas necessárias para a população local, podendo estar inseridas dentro ou fora da cidade (NAWATE, 2014).

A implantação das cidades universitárias trouxe uma importante discussão sobre a relação meio urbano e universidade. José Vilela, em 2009, constata o abandono da

população não universitária do entorno do *campus*, reduzindo a tão desejada interação entre universidade e sociedade.

Em 1964, as residências universitárias tiveram uma grande importância no processo de resistência do movimento estudantil. Lá aconteciam reuniões contra o comando militar que ocorria no Brasil, servindo de refúgios para lideranças políticas de esquerda e intelectuais da resistência, além de abrigar cada vez mais pessoas de baixa renda que saíam dos interiores das cidades (NAWATE, 2014).

Figura 3 - Militares expulsam os moradores do CRUSP



Fonte: Ag. Estado.

Adalberto José Vilela, em 2009, no seu artigo “Uma visão sobre o alojamento universitário no Brasil”, afirma a existência de 115 casas estudantis espalhadas em todo o território brasileiro atualmente. Esses alojamentos podem ser encontrados em pequenas casas coloniais em Ouro Preto (MG), até modernos conjuntos residenciais como o CRUSP em São Paulo (SP).

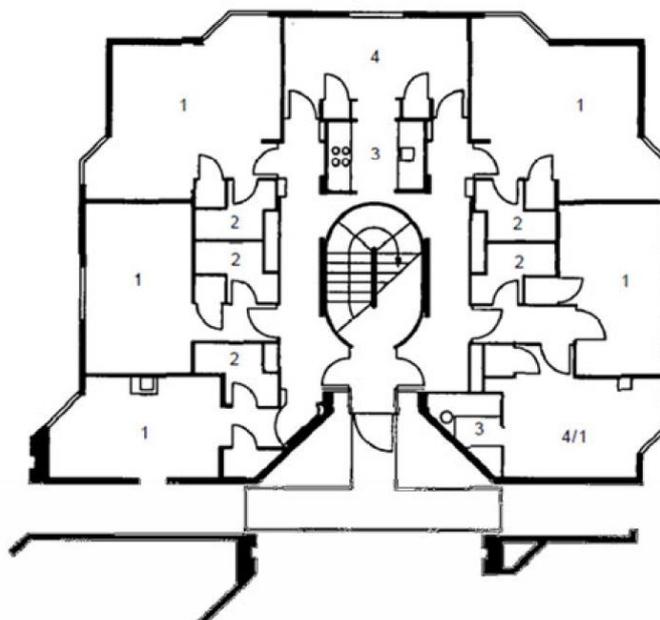
3.2.2 Residências estudantis: Tipologias

David Littlefield, em seu livro *Manual do Arquiteto: Planejamento, dimensionamento e projeto*, lançado em 1999, com publicação no Brasil em 2015, apresenta um capítulo escrito por Liz Pride, onde ela trata somente de residências

estudantis e moradias para jovens. Nesse capítulo, ela divide unidades habitacionais, nas seguintes formas:

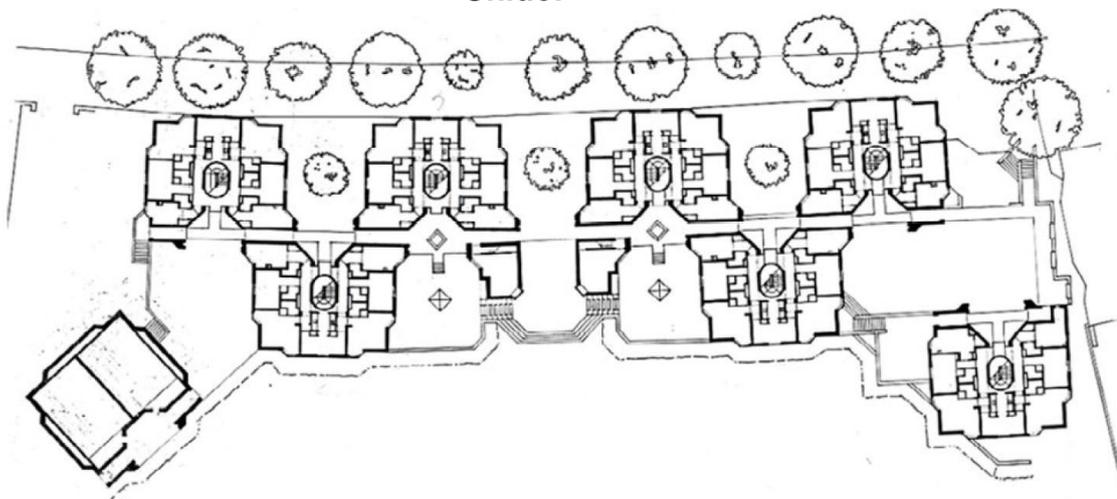
1 – Tipologia de escadaria: Edifícios divididos em blocos, com um número limitado de dormitórios por apartamento, porém todos atendidos por uma mesma escadaria. Essa disposição ajuda na divisão de grupos sociais, porém não é propícia a instalação de elevadores, visto que elevadores distintos deveriam atender a vários blocos. O Balliol College, em Oxford, é um exemplo de moradia com essa configuração.

Figura 4 - Planta do pavimento térreo. Balliol College, no Reino Unido



Fonte: LITTLEFIELD, 2015.

Figura 5 - Implantação do primeiro pavimento. Balliol College, no Reino Unido.



Fonte: LITTLEFIELD, 2015.

Figura 6 - Balliol College, no Reino Unido



Fonte: www.jurbib.nl.

2 – Tipologia com corredor: Basicamente são dormitórios distribuídos ao longo de um corredor, disposição mais comum a ser encontrada nas residências. É uma alternativa econômica, além de permitir que várias unidades sejam atendidas por um núcleo de elevadores, facilitando o acesso aos apartamentos. Porém deve-se tomar cuidado ao planejar esse tipo de corredor, para que haja luz e ventilação, pois, sem isso, tem-se um

aspecto de instituição e a monotonia. The Maersk McKinney Moller Center no Churghill, em Cambridge, pode ser um exemplo dessa tipologia.

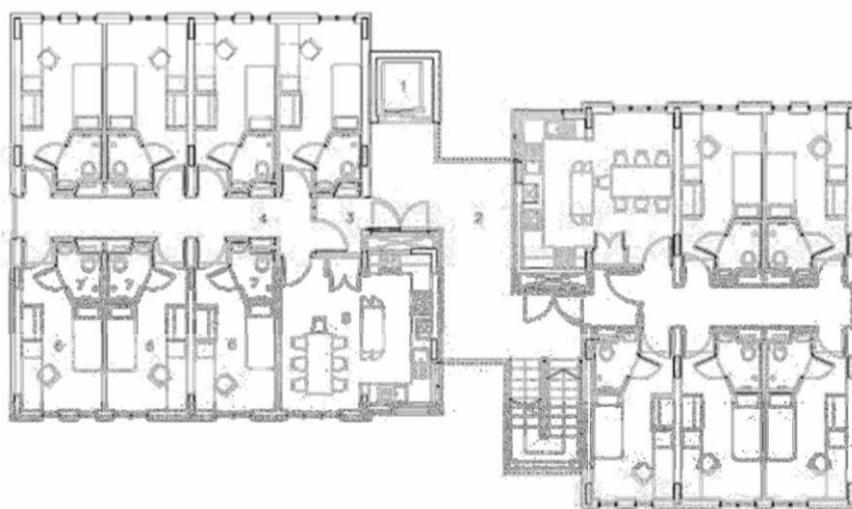
Figura 7 - Foto interna do Maersk McKinney Moller Center no Churghill, em Cambridge



Fonte: HENNING LARSEN ARCHITECTS, 1992 apud NAWATE, 2014.

3 – Edifício de apartamentos: Edifício com apartamentos independentes, composto por cômodos agrupados, com unidades habitacionais distintas e demais equipamentos compartilhados. Alliance Student Housing, em Newington Green, pode ser um exemplo dessa tipologia.

Figura 8 - Planta do pavimento tipo. Alliance Student Housing em Newington Green, Londres



Fonte: HAWORTH TOMPKINS ARCHITECTS, 2004 apud NAWATE, 2014.

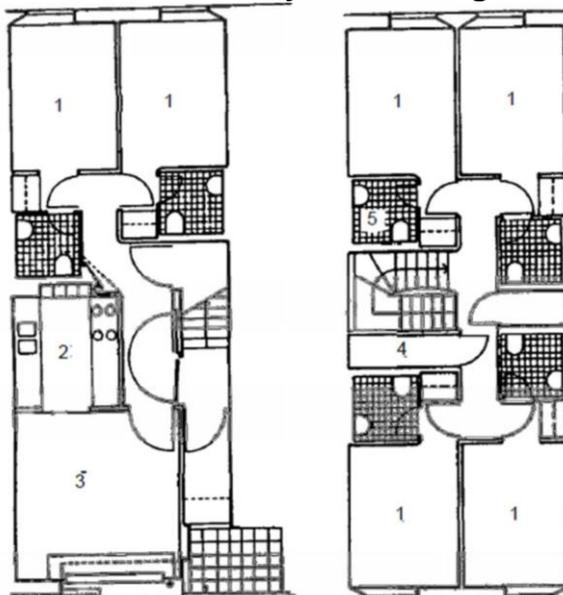
Figura 9 - Planta do pavimento tipo. Alliance Student Housing em Newington Green, Londres



Fonte: www.adgnews.com

4 – Casas ou apartamentos individuais: Casas ou apartamentos convencionais, uma tipologia de habitação mais individual e privatizada. Um exemplo dessa tipologia é a Constable Terrace, da University of East Anglia em Norwich, Reino Unido.

Figura 10 - À esquerda: planta do pavimento térreo. À direita: planta do pavimento tipo. Constable Terrace, University of East Anglia, Norwich, Reino Unido



Fonte: LITTLEFIELD, 2015.

Figura 11 - Constable terrace, University of East, Anglia, Norwich, Reino Unido



Fonte: www.studentcrowd.com

3.2.3 Residências estudantis: Ambiente e serviços

Podemos classificar como principais componentes das residências estudantis as unidades habitacionais individuais, que são repetitivas e de tamanho reduzido, porém é preciso um cuidado para que o ambiente não se torne monótono e institucional, pois se trata de uma residência. As unidades habitacionais que têm sua identidade própria geram uma variedade e permitem que os estudantes escolham seus dormitórios com base no padrão de preço, ou a depender do gosto de cada um. A diversidade reflete nas exigências distintas de estudantes de graduação, pós-graduação e até mesmo professores, podendo incluir dormitórios individuais ou coletivos, suítes ou banheiros compartilhados, apartamentos conjugados com cozinhas e apartamentos convencionais, individuais ou compartilhados (PRIDE, 2015).

Como visto no tópico anterior, existe uma diversidade de formas de residências estudantis, onde se pode encontrar várias unidades conectadas por corredores ou modelos que alojam 4 a 6 estudantes em apenas um apartamento. O estilo de residência estudantil com grandes corredores é o mais comum, apresentando uma tipologia de hotel, para pessoas que estão de passagem, sem oferecer o conforto e o acolhimento de uma residência.

Nas primeiras residências estudantis, os serviços de alimentação eram prestados em grandes salões das residências. Porém, por razões pessoais ou por insatisfação, muitos alunos começaram a procurar fazer suas refeições fora da universidade. Com isso, muitas residências optaram por disponibilizar equipamentos, cozinhas e copas com autosserviço, onde cada cozinha atendia um grupo do alojamento, definindo, dessa forma, os grupos sociais (PRIDE, 2015).

Ambientes para convívio, estudo e lazer são oferecidos somente se o número de alunos atenderem uma demanda para esses serviços, ou se forem relacionados ao ensino e para uso em conferências (PRIDE, 2015).

Assim, podemos perceber como o ambiente pode influenciar nas vidas pessoais dos moradores da residência, dependendo da distribuição dos setores, da forma como são dispostos em seus apartamentos, ou dos serviços prestados; tudo isso pode trazer benefícios e malefícios para os moradores.

3.2.4 Residências estudantis: Unidades habitacionais individuais

As unidades habitacionais são o principal componente de uma residência estudantil, em sua maioria são repetitivas e de tamanho reduzido, porém é preciso cuidado para que isso não resulte em um ambiente monótono e institucional. Com isso, é aconselhado que hajam unidades diferentes entre si, que gerem variedade, e que permitam que o aluno escolha seu dormitório (PRIDE, 2015).

Essas unidades devem comportar, em um pequeno espaço, diversas atividades, como: dormir, relaxar, estudar e socializar. Além disso, precisam passar uma sensação de privacidade e segurança, com ventilação e iluminação adequadas e, se possível, uma vista razoável. É importante que o estudante possa ter o controle do ambiente, possa incorporar sua personalidade ao espaço. Aconselha-se que o projeto da residência seja composto por uma variedade de tipos de unidades habitacionais e que garanta que o mobiliário possa ser distribuído sem dificuldades (PRIDE, 2015).

Em residências estudantis tradicionais, vários alunos podem ser acomodados em um edifício com diversas unidades habitacionais conectadas por um único corredor, o que não é o mais aconselhável. Com isso, é importante pensar em acomodações que

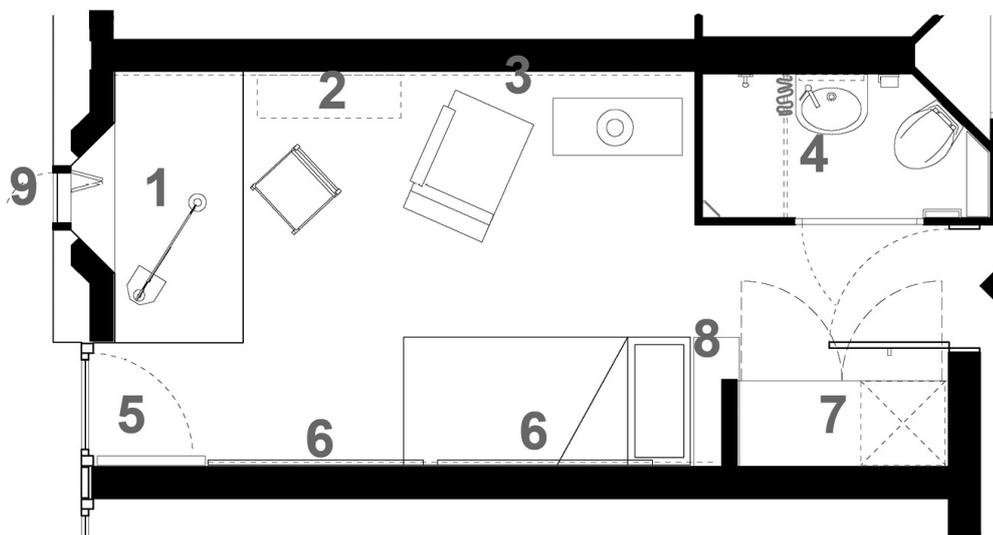
coloquem grupos de cinco a seis estudantes em um apartamento ou casa independente (PRIDE, 2015).

3.2.5 Formatos, dimensões, móveis e acabamentos da unidade habitacional

A área mínima adequada para uma pessoa dentro de um quarto sem banheiro é de 10 m², porém são aceitos até 8 m² por unidade habitacional. Essas proporções devem ser analisadas com cuidado, pois quanto maior é a área de piso, mais fácil será a disposição do mobiliário de acordo com cada morador (PRIDE, 2015).

As proporções das unidades devem ser consideradas com cuidado, pensando em móveis, disposição de portas e janelas, armários embutidos, tomadas e luminárias. Isso permite que o local acomode diferentes funções e estilos. Quanto maior a área de piso, mais fácil será essa disposição (ver figura 12, p. 24). As unidades para portadores de necessidades especiais devem ter uma largura aceitável para o círculo de manobra, permitindo fácil acesso (PRIDE, 2015).

Figura 12 - Suíte do St Hugh's College, em Oxford



Fonte: LITTLEFIELD, 2015.

Para uma melhor definição dos móveis utilizados no ambiente, deve ser feito um estudo específico de ergonomia entre o homem e seu trabalho, equipamento e ambiente. Isso contribui para uma melhor eficiência do funcionamento do ambiente, melhorando a

vida cotidiana, tornando a mobília doméstica mais confortável, eficiente e segura (LIDA, 1992).

O projeto dos móveis embutidos tem que ser feito de forma cuidadosa, e deve-se ter uma escolha consciente de móveis soltos, somente os necessários para o convívio na unidade. Os móveis devem permitir que a unidade seja utilizada como um todo, além de serem resistentes e sem aparência institucional (PRIDE, 2015).

A cama pode ter gavetas na parte de baixo para um melhor uso do espaço, a escrivaninha deve acomodar apenas um computador e ter espaço para gavetas, o roupeiro geralmente é embutido, contendo cabideiro, maleiro na parte superior e gaveteiros. As cadeiras de escritório devem ser confortáveis e sem apoio para braços, e o lavatório, se o dormitório não for uma suíte, deve ser colocado separadamente em uma área íntima do quarto, sugere-se que ele fique atrás do roupeiro ou de um biombo para melhor privacidade (PRIDE, 2015).

Quando se trata de dois estudantes dividindo suíte em residências habitacionais, é importante dividir o banheiro em lavabo e área de banho, isso ocorre devido aos transtornos vivenciados em certas horas do dia quando se tem duas pessoas desconhecidas habitando o mesmo quarto. Em unidades com pouco espaço, pode-se dividir somente a pia da área de sanitário e banho (PRIDE, 2015).

Para os estudantes com necessidades especiais, é importante pensar em uma unidade que tenha espaço para guardar cadeira de rodas que não estiver em uso, sem causar obstruções. Ocasionalmente, essas unidades irão precisar de reparos para atender a necessidades específicas de cada estudante, pois variam de acordo com a natureza da carência (PRIDE, 2015).

Em relação aos móveis e ao dimensionamento dessas unidades especiais, devemos pensar em uma escrivaninha regulável, banheiro individual e adaptado, janelas com ferramentas e sistemas apropriados, espaço para manobra de cadeira de rodas, disponibilização de telefone, alarme de emergência, alarme de incêndio e locação de estacionamento reservado para portadores de necessidades físicas próximo ao dormitório (PRIDE, 2015).

3.3 ESTUDOS DE CASO

Para uma melhor compreensão sobre o funcionamento das residências estudantis existentes, é muito importante um estudo de caso, a fim de prever soluções importantes que podem ser aplicadas no anteprojeto.

3.3.1 Alojamento estudantil da cidade universitária da UFRJ

Em 7 de setembro de 1920, através do decreto nº14.343, foi criada a Universidade Federal do Rio de Janeiro. Maria de Lourdes Favero afirma, em seu artigo A Universidade Federal do Rio de Janeiro: origens e construção (não datado), que podemos classificar a criação da UFRJ como um marco na história nacional, pois, antes de sua criação, os cursos superiores eram proibidos por lei no país.

Inicialmente chamada de Universidade do Rio de Janeiro, mudou, em 5 de julho de 1937, para Universidade do Brasil, incorporando diversas unidades e institutos já existentes. Em 5 de novembro de 1965, foi finalmente nomeada como Universidade Federal do Rio de Janeiro.

Sob o comando do arquiteto Jorge Machado Moreira, a cidade universitária foi construída na ilha artificial da baía de Guanabara, seguindo um formato clássico moderno. Teve seu projeto inspirado na Carta de Atenas, distribuída em um parque contínuo, como áreas para automóveis e pedestres, interligando suas edificações, separada em setores de administração, unidades acadêmicas, alojamentos e serviços auxiliares (ver figura 13, p. 23) (PINTO E BUFFA, não datado).

Seu projeto inicial foi concebido em partes, devido a poucos recursos, o projeto foi abandonado e iniciaram-se construções independentes, realizadas com recursos inconstantes e ocasionais (ver figura 13, p. 27) (PINTO E BUFFA, não datado).

Figura 14 - Alojamento para 504 pessoas da UFRJ



Fonte: Imagem.ufrj.br apud SILVA, 2010.

Dos estudantes que residem no alojamento, 61% moram há menos de 5 anos, e 28% moram há menos de um ano. Isso confirma dados que afirmam que a maioria dos estudantes aproveita sua passagem pelo alojamento e costuma se graduar nos prazos previstos pelas grades curriculares (ESPIRITO SANTO, TEIXEIRA e MOTTA, 2003).

Nas análises feitas, 38% dos respondentes afirmam permanecer no alojamento entre 4 e 8 horas, e 44% permanecem em torno de 4 horas. Esse tempo de permanência é preenchido com diversas atividades: estudar (77%), cozinhar (41%) e descansar (39%) (ESPIRITO SANTO, TEIXEIRA e MOTTA, 2003).

Em relação à renda dos estudantes do alojamento, 78% possuem bolsa-estágio, dentre eles, 33% trabalham e 11% trabalham, estudam e fazem estágio. Esses dados mostram que o alojamento não é importante apenas como residência, mas também por oferecer programas sociais para os estudantes, permitindo que eles tenham algum tipo de responsabilidade, iniciem sua jornada de trabalho mais cedo e sejam encorajados a seguir a vida acadêmica depois da conclusão de curso (ESPIRITO SANTO, TEIXEIRA e MOTTA, 2003).

Um dos maiores quesitos de insatisfação encontrado nos questionários dentro da cidade universitária foi a aparência e a distribuição dos edifícios. Existe uma notável falta

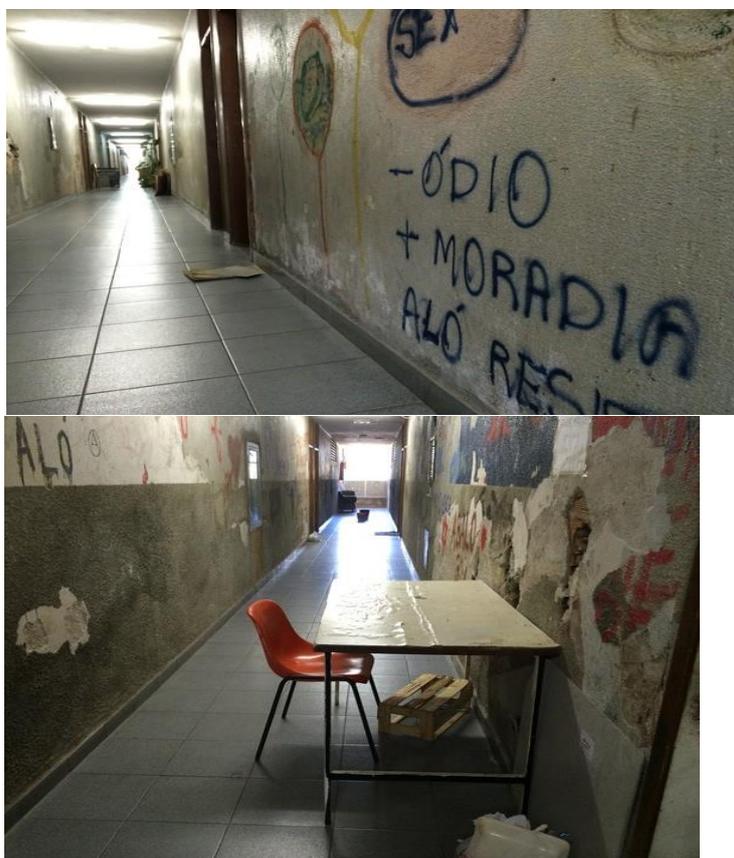
de integração entre terrenos ocupados pelos edifícios e os terrenos desocupados. Isso causa isolamento e desintegração da área urbana (ESPIRITO SANTO, TEIXEIRA e MOTTA, 2003).

Figura 15 - Alojamento estudantil da UFRJ



Fonte: midiainformal.wordpress.com.

Figura 16 - Corredores do alojamento estudantil da UFRJ



Fonte: g1.com/rio.

Figura 17 - Instalações do alojamento estudantil da UFRJ



Fonte: g1.com/rio.

Segurança e iluminação públicas foram um dos fatores mais insatisfatórios citados na pesquisa, tanto pelos alunos quanto pelos funcionários e vizinhança, que utilizam o *campus* nos fins de semana e feriados para passeios. Transporte coletivo também se encontra nos itens de insatisfação, devido à insuficiência de ônibus internos no *campus* e que o interligam com os bairros próximos. Além disso, não há pontos de táxi e estações de metrô próximos, ajudando dessa forma a aumentar o isolamento e a desintegração urbana da cidade universitária (ESPIRITO SANTO, TEIXEIRA e MOTTA, 2003).

QUADRO 01: AVALIAÇÃO DO CAMPUS DA CIDADE UNIVERSITÁRIA						
	ÓTIMO	BOM	REGULAR	RUIM	PÉSSIMO	
Aparência externa						86%
Facilidade de locomoção interna (transporte)						60%
Facilidade de acesso						69%
Disponibilidade de estacionamento para visitantes						65%
Proximidade da estação de trem/metrô						81%
Proximidade de pontos de taxi						64%
Condição das vias públicas						42%
Condição das áreas de jardim						72%
Condição da limpeza urbana						44%
Segurança geral diurna						61%
Segurança geral noturna						71%
Distribuição dos Prédios						62%
Efeito do Sol no Campus						63%
Efeito do Vento no Campus						63%
Poluição Sonora						46%
Poluição do ar (cinzas, CO2)						60%
Poluição das águas (praias)						88%
Iluminação Pública						89%

Fonte: ESPIRITO SANTOS, TEIXEIRA e MOTTA, 2003.

Em relação ao vento e ao sol no *campus*, e às condições de poluição sonora e de poluição do ar, a pesquisa reflete um resultado satisfatório dos usuários do alojamento, o que justifica a grande procura dos moradores vizinhos da cidade universitária, nos feriados e fins de semana, para momentos de lazer (ESPIRITO SANTO, TEIXEIRA e MOTTA, 2003).

Em relação às pesquisas feitas a cerca dos serviços locais realizados na cidade universitária, obteve-se os seguintes dados.

QUADRO 02: AVALIAÇÃO DOS SERVIÇOS LOCAIS N A CIDADE UNIVERSITÁRIA						
	ÓTIMO	BOM	REGULAR	RUIM	PÉSSIMO	
Papelaria						64%
Farmácias e Drogarias						74%
Alimentação (refeições)						79%
Correios						43%
Higiene e limpeza (serviços)						79%
Alimentação (comércio)						77%
Áreas de Recreação (jardins, praças)						44%
Atividades Culturais						79%
Atividades Recreativas						72%
Atividades Esportivas						78%
Proximidade de comércio externo ao campus						89%
Proximidade de transporte público externo						65%
Proximidade de esporte e lazer externo ao campus						60%
Contato com a comunidade/vizinhança						78%
Bloqueio de acesso ao campus						100%
Mudança do trânsito interno do campus						49%
ESCALA DE 100% A 0%						

Fonte: ESPIRITO SANTOS, TEIXEIRA e MOTTA 2003.

Com a análise da tabela acima, percebe-se que grande parte dos serviços foi avaliado pelos alunos como qualidade péssima, confirmando que a cidade não oferece serviços básicos para atendimento e integração dos espaços (ESPIRITO SANTO, TEIXEIRA e MOTTA, 2003).

Gráfico 1 - Equipamentos comunitários que os alunos dos alojamentos gostariam que fossem introduzidos na cidade universitária

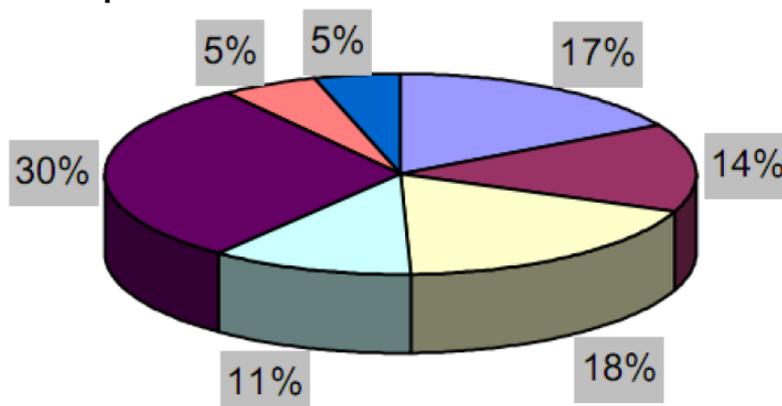


Gráfico 01: Equipamentos comunitários que os alunos dos alojamentos gostariam que fosse introduzido na cidade universitária

Fonte: www.fau.ufrj.br/prologar/arq_pdf/diversos/alojam_ufrj_cba2003.pdf.

- atividades culturais - centro cultural, laboratório de informática com internet, biblioteca, museu
- atividades recreativas - cinema, teatro, shows, praça, concha acústica
- atividades de comércio - centro comercial, shopping, restaurantes, lanchonetes, papelarias, farmácias, supermercado
- atividades esportivas - complexo esportivo, equipamentos de ginástica, ciclovia
- serviços - transporte externo, segurança, lavanderia, telefones públicos, escola, creche, caixas eletrônicos
- outros - utilização dos espaços vazios, cozinha equipada, limpeza, bebedouro, manutenção, controle de entrada e calçadas
- não respondeu

Fonte: ESPIRITO SANTOS, TEIXEIRA e MOTTA, 2003.

Com os resultados das pesquisas, é possível recomendar melhorias na aplicabilidade da participação e do estímulo à reflexão dos usuários, melhoras na metodologia aplicada à avaliação de integração dos edifícios ao contexto urbano, divulgação dos serviços oferecidos nos alojamentos, estímulo à atuação conjunta com a administração, implantação de área de lazer e recreação, instalação de cozinhas comunitárias, calçamento de vias, entre outras (ESPIRITO SANTO, TEIXEIRA e MOTTA, 2003).

3.3.2 Alojamento estudantil Pedro Nunes da Universidade de Coimbra

Pedro Nunes é um dos três alojamentos estudantis da Universidade de Coimbra em Portugal. Ele é formado por cinco blocos, dispostos em uma implantação diversificada, em uma área verde sem muros, tendo uma agradável relação com o entorno (FERRO, 2010).

Figura 18 - Implantação do alojamento Pedro Nunes



Fonte: [google.com/maps](https://www.google.com/maps).

O alojamento Pedro Nunes encontra-se afastado dos principais pontos da cidade, incluindo a universidade. Próximo ao prédio, se localiza o Coimbra Shopping, que possui diversas lojas e um supermercado, e o Parque Mondego, utilizado para práticas de esportes e recreação dos universitários (FERRO, 2010).

A relação desse alojamento com o interior acontece principalmente através de janelas que ocupam transversalmente suas fachadas, dentro dos ambientes essas aberturas acompanham cortinas para controlar a insolação (FERRO, 2010).

Figura 19 – Fachada com abertura do alojamento Pedro Nunes



Fonte: FERRO, 2009.

A circulação vertical do alojamento é feita através de uma escada central, na parte interna do alojamento, e de uma escada lateral de emergência localizada na área externa do bloco. Já a circulação horizontal acontece através de corredores que distribuem os dormitórios (ver figura 20, p.36) (FERRO, 2009).

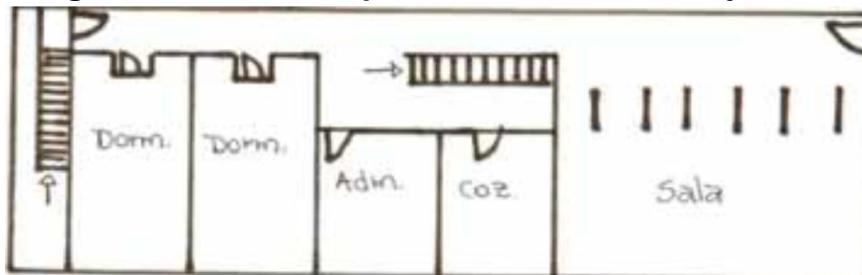
Figura 20 - À esquerda, escadaria central do Alojamento Pedro Nunes e, à direita, corredores de distribuição do alojamento



Fonte: FERRO, 2009.

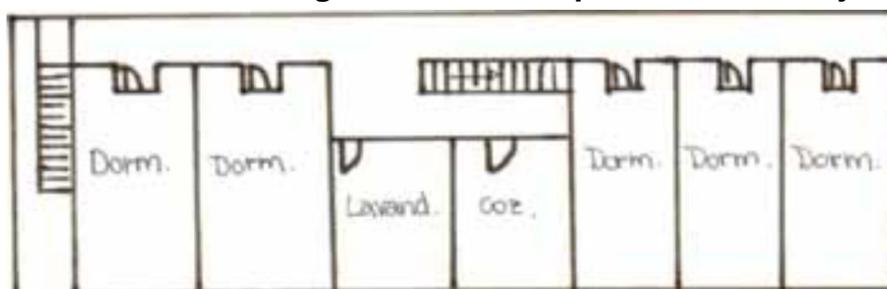
No térreo, há apenas a administração do alojamento e as salas de televisão, além de uma cozinha e alguns dormitórios. Já o segundo e o terceiro pavimento são idênticos, possuem alguns dormitórios, uma cozinha e uma lavanderia, e os sanitários encontram-se dentro dos dormitórios (FERRO, 2009).

Figura 21 - Planta do pavimento térreo do alojamento



Fonte: FERRO, 2009.

Figura 22 - Planta do segundo e terceiro pavimento do alojamento



Fonte: FERRO, 2009.

Coimbra é uma cidade universitária e conta com inúmeras cantinas para estudantes que funcionam de segunda a sábado. Além disso, praticamente todos os alojamentos universitários da cidade possuem pequenas cantinas (FERRO, 2009).

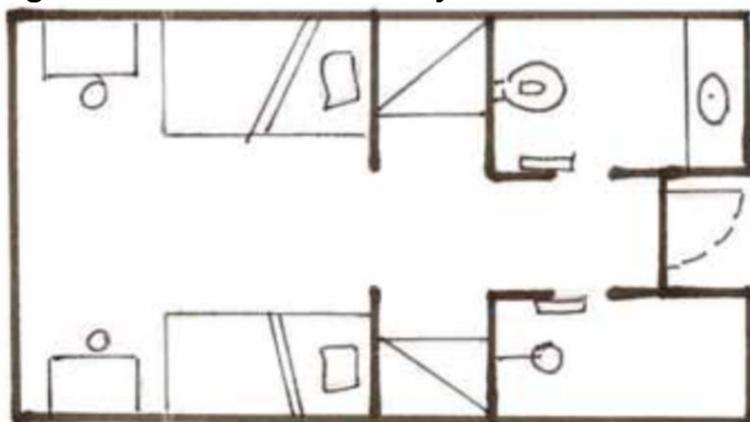
Figura 23 - Cozinha do alojamento Pedro Nunes



Fonte: FERRO, 2009.

Os dormitórios são, na realidade, suítes, já que apresentam banheiros internos. Esses banheiros dividem-se em área de banho, no lado direito, e, no lado esquerdo, lavatório. Cada dormitório abriga dois estudantes e apresenta dimensões confortáveis para conter duas camas, duas mesas de estudo e dois armários (FERRO, 2009).

Figura 24 - Dormitório do alojamento Pedro Nunes



Fonte: FERRO, 2009.

3.2.3 Residência universitária de Poljane, Universidade de Ljubljana

Projetada pelo escritório esloveno Bevk Perovic Arhitekti, a Residência Universitária Poljane está localizada na cidade Ljubljana, Eslovênia, e teve sua obra concluída em 2006. Composta por 56 unidades habitacionais para estudantes da Universidade de Ljubljana, a residência possui vários ambientes públicos concentrados em uma base transparente horizontal, e as unidades habitacionais “flutuam” sobre duas lajes (NAWATE, 2014).

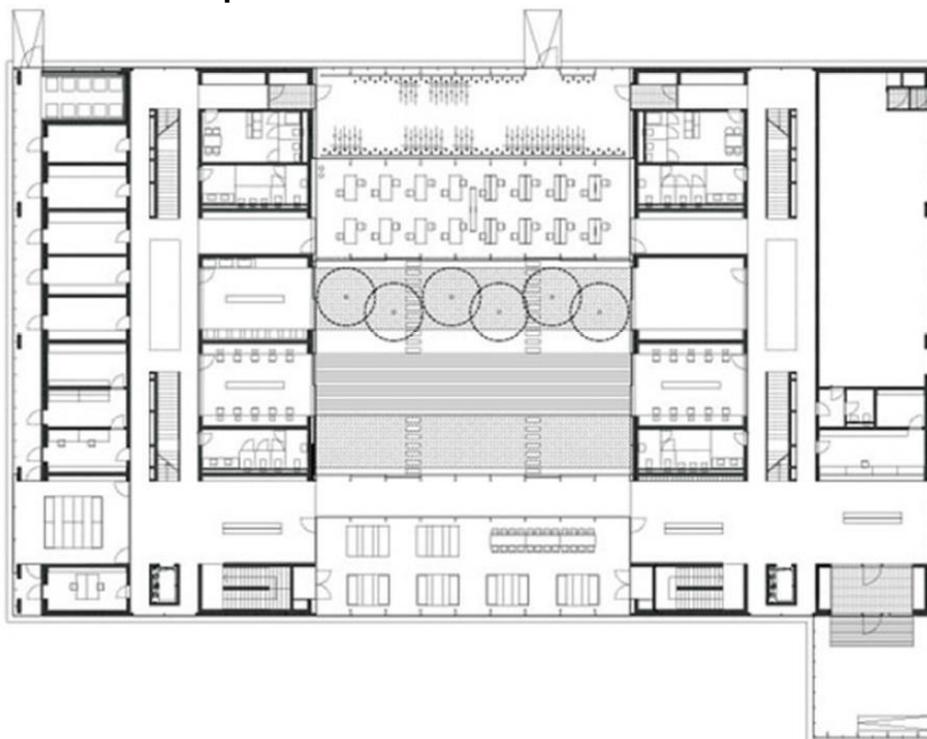
Figura 25 - Área externa da residência universitária de Poljane



Fonte: BEVK PEROVIC ARHITEKTI apud NAWATE, 2014.

Observando a planta do pavimento térreo, é visível a organização de quatro alas com um pátio interno. Esse pavimento abriga as funções públicas da instituição, nele contêm salas de estudos, salas de convivência e espaços de descanso. No pátio interno, encontra-se um átrio que funciona como “respiro” da edificação, lá funcionam atividades ao ar livre (ver figura 26, p. 39) (NAWATE, 2014).

Figura 26 - Planta do pavimento térreo. Residência universitária de Poljane



Fonte: DAUM BLOG apud NAWATE, 2014.

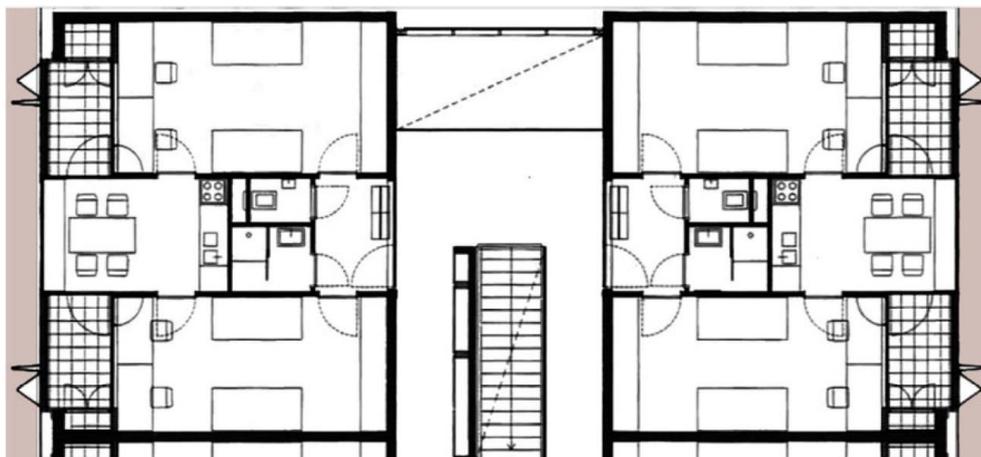
Nos blocos laterais, estão situadas as unidades habitacionais, com três a quatro pavimentos. Cada duas unidades agrupam-se em torno de um núcleo comum, que contém um banheiro, uma copa e uma cozinha. Essa residência tem suas unidades distribuídas em torno de um corredor central, com unidades em ambos os lados (ver figura 27 e 28, p. 40), tornando-a mais eficiente, porém cada dormitório acomoda dois estudantes, não havendo opção de unidades individuais, o que limita a privacidade do locatário (NAWATE, 2014).

Figura 27 - Planta do pavimento tipo, Residência Universitária Poljane



Fonte: DAUM BLOG apud NAWATE, 2014.

Figura 28 - Planta da unidade habitacional, Residência Universitária Poljane



Fonte: HABITAT GECOLLECTIU apud NAWATE, 2014.

3.4 PSICOLOGIA AMBIENTAL

A psicologia ambiental surge a partir do momento em que as interferências de fatores ambientais que afetam o ser humano se tornam perceptivas. Ela vem com o objetivo de melhorar o desempenho do homem em suas atividades, visando maior produtividade (MELO, 1991).

O ser humano, onde quer que esteja, ocupa algum espaço, e esse espaço exige propriedades especiais de iluminação, ventilação, sombreamento, calor, entre outros. Caso o ambiente não atenda aos objetivos do indivíduo, ele vai ter que modificá-lo para torná-lo apropriado a suas atividades (MELO, 1991).

Para se entender melhor a psicologia ambiental, deve-se entender o que é o conforto ambiental e como funciona. Quando o ser humano se encontra em conforto, ele possui sensação de prazer, plenitude e bem-estar (HOUAISS, 2011). O conforto ambiental refere-se a quando o ser humano está em plenitude com o ambiente em sua volta.

Ao estudar a interação homem e ambiente, deve-se entender em quais atividades o indivíduo está envolvido e levar em consideração papel social, organizações e objetivo do ambiente, que tem o poder de determinar o tipo de atividade que pode ser desenvolvida nele, além de influenciar no comportamento; e o comportamento também pode levar à mudança do ambiente (MELO, 1991).

A teoria de “EVIROMENTAL ROLE” refere-se aos padrões de interação desenvolvidos por um indivíduo em um determinado ambiente. Esses padrões são de papel social ou organizacional, e dessa forma pode-se entender a diferença, entre pessoas, de uso do ambiente. A teoria mostra que o objetivo de cada pessoa varia de lugar para lugar, duas pessoas em um mesmo ambiente não terão a mesma percepção, pois varia conforme seus objetivos a serem alcançados no local (CANTER, 1977 apud MELO, 1991).

A psicologia ambiental trabalha com a percepção dos ambientes, analisa como a nossa mente observa as estruturas recebidas do ambiente, estuda o que pode ser feito para aumentar as consequências construtivas e diminuir as destrutivas, a elaboração de implicação política de toda decisão, através do barulho, a preservação do ambiente, a conservação de energia, entre outros (MELO, 1991).

Os níveis de abordagem dessa área se dividem em três tipos: o nível pessoal, que é relacionado ao comportamento espacial como espaço pessoal, territorialidade,

privacidade e superlotação; o nível arquitetônico, que se trata do comportamento em relação à estrutura interna dos projetos, levando em consideração todos os aspectos do nível pessoal, citado acima, juntamente com efeitos de ruídos, temperaturas e circulação do ar; e o nível urbano-regional, que é voltado para as políticas urbanas e regionais, como o estudo dos aspectos psicológicos dos transportes (MELO, 1991).

3.5 ARQUITETURA BIOCLIMÁTICA

Muito se fala de arquitetura ecológica, sustentável, verde e eficiente. Na verdade, os primeiros estudos de uma arquitetura integrada com a natureza e com o clima surgiram há aproximadamente 45 anos, a chamada “arquitetura bioclimática”, a partir de pesquisas de Aladar e Victor Olgyay, considerados grandes pesquisadores e precursores na área de conforto ambiental. O bioclimatismo é a base da arquitetura ecológica. Esta consiste na adequada e harmoniosa relação entre ambiente construído, clima e seus processos de troca de energia, tendo como objetivo final o conforto ambiental humano em todas as formas (térmico, luminoso, acústico etc.) (CARVALHO, 2006).

A arquitetura bioclimática também é conhecida como de alta eficiência energética, porque economiza e conserva a energia que capta, produz ou transforma no seu interior, reduzindo, portanto, o consumo energético e a suposta poluição do ambiente. Em geral, é uma arquitetura pensada com o clima do lugar, o sol, o vento, a vegetação e a topologia, com um desenho que permite tirar proveito das condições naturais da região, estabelecendo condições adequadas de conforto físico e mental dentro do espaço físico em que se desenvolve (OLGYAY, 1998).

Na atualidade, vemos grandes erros projetuais climáticos cometidos, gerando uma enorme dependência de energia por meio de máquinas para se obter o conforto interno. A arquitetura bioclimática vem justamente para otimizar os recursos que o meio natural nos traz e, dessa forma, encontrar um conforto ambiental interno.

Para a elaboração de um projeto bioclimático, é de extrema importância que se avalie todas as variáveis climáticas da região, porém ainda assim existe a necessidade de uma análise detalhada do componente social em geral, relacionada ao tipo de atividade realizada no local, modo de vida, rotina diária, costumes e cultura das pessoas que ali irão habitar. Além disso, um estudo econômico é de extrema importância, visto que muitas das

soluções bioclimáticas determinadas por meio de projeto não são acessíveis a certos meios sociais. Portanto, a análise do meio social se torna tão importante quanto os aspectos relacionados a clima, região e espaço (CARVALHO, 2016).

3.6 CONFORTO AMBIENTAL EM UNIDADES HABITACIONAIS

Para tornar um projeto possível e eficiente, é necessário que se tenha conhecimentos básicos de todos os conceitos relativos ao desempenho energético das edificações. Para isso, buscamos um partido de todas as variáveis climáticas, como: radiação, temperatura, umidade e vento, para uma melhor interação do homem e o meio em todas as escalas (LAMBERT, DUTRA e PEREIRA, 2014).

Para adequar a arquitetura ao clima de um determinado local, é importante construir espaços que possibilitem ao ser humano condições de conforto. Para isso, faz-se necessário amenizar as sensações de desconforto impostas por climas muito rígidos, como calor ou frio excessivos, além de planejar ambientes que tragam o mesmo conforto que um espaço ao ar livre em climas amenos (FROTA e SCHIFFER, 2006).

É muito importante que, nas regiões predominantemente quentes do Brasil, se projetem edificações que venham a minimizar a diferença entre as temperaturas externas e internas do ar (FROTA e SCHIFFER, 2006).

Localidades onde o valor da temperatura externa média já é superior ao valor dos limites do conforto humano, ou seja, 28°C, não é possível alcançar o conforto interno total apenas com recursos naturais. Com isso, é importante pensar na edificação como forma de obter o calor solar mínimo. Assim, pode-se reduzir a potência necessária dos equipamentos de refrigeração ou aquecimento, visto que a quantidade de calor a ser retirada ou fornecida do ambiente será menor (FROTA e SCHIFFER, 2006).

Deve-se também pensar nos momentos onde não será necessário o uso desses aparelhos, como épocas do ano ou horas do dia em que o clima estará mais ameno, ou onde as condições climáticas não sejam tão severas (FROTA e SCHIFFER, 2006).

Para uma avaliação de desempenho térmico das edificações, é necessário o conhecimento do clima local, um estudo de dados climáticos da área a ser trabalhada, um partido arquitetônico adequado ao clima, além de forma, dimensionamento de aberturas,

implantação e sombras projetadas das edificações, e utilização de materiais adequados (LAMBERT, DUTRA e PEREIRA, 2014).

Para um tipo de arquitetura melhor atender ao clima quente e úmido, é necessário que ele proteja contra calor, insolação e umidade, e também controle a dissipação de calor e umidade por ventilação, reduza o ganho de calor solar e evite o armazenamento térmico (LAMBERT, DUTRA e PEREIRA, 2014).

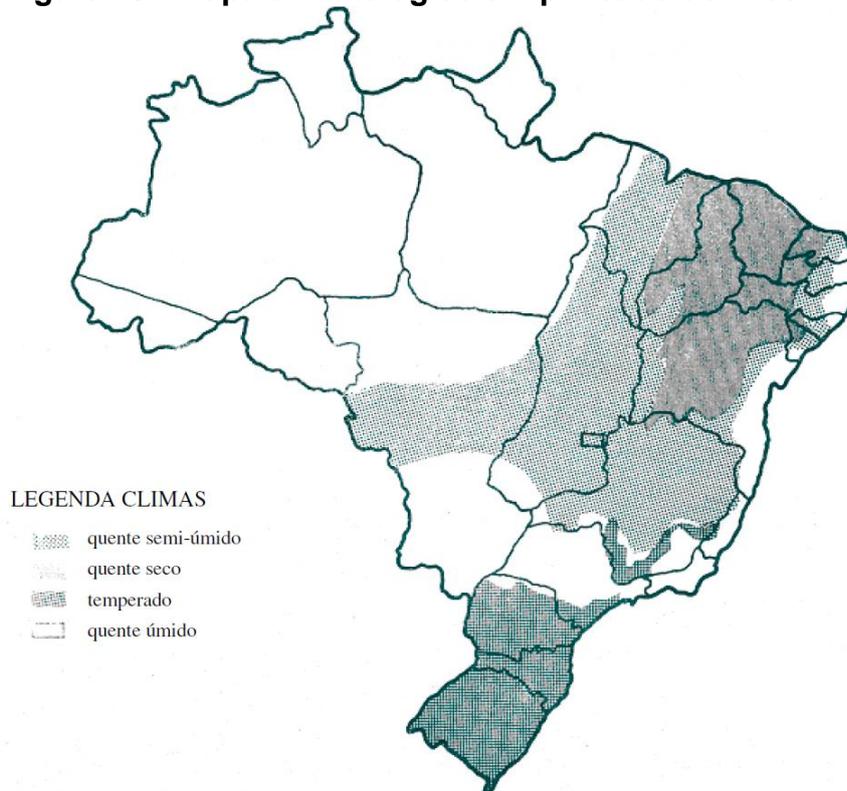
3.6.1 Variáveis climáticas

As variáveis climáticas são quantificadas em estações meteorológicas e descrevem as características gerais de uma região em termos de sol, nuvens, ventos, umidade e precipitações. É de extrema importância o conhecimento dessas variáveis para o projeto de uma edificação mais adequada ao conforto e mais eficiente em termos de consumo de energia (LAMBERT, DUTRA e PEREIRA, 2014).

Para efeito da arquitetura, os dados climáticos mais significativos são os relativos a variações climáticas, diárias e anuais da temperatura do ar, os índices médios da umidade relativa e de precipitações atmosféricas e, quando disponível, a quantidade de radiação solar (FROTA e SCHIFFER, 2006).

Pode-se analisar esses dados com base no mapa climático simplificado do Brasil (ver figura 29, p. 44), que contém elementos suficientes para se estabelecerem parâmetros quanto à adequação da arquitetura para qualquer região brasileira, mesmo não expressando, pela sua escala, variações climáticas locais detalhadas (FROTA e SCHIFFER, 2006).

Figura 29 - Mapa climatológico simplificado do Brasil



Fonte: SUEGE-SUPREN, 1978 apud FROTA e SCHIFFER, 2006.

Os valores dessas variáveis se alteram conforme os diferentes locais da Terra, devido à influência de alguns fatores, como circulação atmosférica, distribuição de terras e mares, relevo do solo, revestimento do solo, latitude e altitude (FROTA e SCHIFFER, 2006).

Entre as variáveis climáticas que temos, podemos citar as mais importantes, como a radiação solar, que é a principal fonte de energia para o planeta, tanto como fonte de calor quanto como fonte de luz, tornando-se um elemento de extrema importância no estudo de eficiência energética na arquitetura (LAMBERT, DUTRA e PEREIRA, 2014).

Com isso, em localidades predominantemente quentes, deve-se evitar que a radiação solar direta atinja as construções e penetre excessivamente nos ambientes, evitando excessivos ganhos de calor. Nesses casos, pode-se usar elementos com vegetação para proteger a envoltória da edificação, e determinar a posição do sol para a fachada em questão (FROTA e SCHIFFER, 2006).

A quantidade de radiação solar que atinge o solo resulta-se também da porcentagem de recobrimento e espessura das nuvens no céu. A nebulosidade,

dependendo da sua forma, pode se transformar em uma barreira para a radiação solar direta, porém pode também dificultar a dissipação na atmosfera do calor despreendido do solo durante a noite (FROTA e SCHIFFER, 2006).

A variável climática mais conhecida é a temperatura, além de ser a de medição mais fácil; ela resulta dos fluxos das grandes massas de ar, além de ser afetada por todas as outras variáveis. Quando a velocidade do ar é pequena, a temperatura se torna consequência, na sua maior parte, dos ganhos térmicos solares. O arquiteto, nesse caso, pode tirar proveito das vantagens das propriedades de inércia térmica da terra para amenizar as temperaturas no interior da edificação. O solo mantém a temperatura mais amena que o exterior (LAMBERT, DUTRA e PEREIRA, 2014).

O vento é afetado diretamente pela temperatura entre as massas de ar, por ter variações significativas de direção e velocidade do ar. Isso provoca o seu deslocamento da área de maior pressão para a área de menor pressão (LAMBERT, DUTRA e PEREIRA, 2014).

O movimento do ar também sofre grande influência da rugosidade da superfície. Em geral, a velocidade do vento se torna maior com a altitude, devido aos obstáculos encontrados na cidade (LAMBERT, DUTRA e PEREIRA, 2014). Em zonas quentes, é importante implantar as edificações de forma que os edifícios não se tornem um obstáculo para a ventilação; dessa forma, uma ótima opção é a alternância das edificações (FROTA e SCHIFFER, 2006).

A umidade do ar é um resultado da evaporação das fontes de água contidas nas cidades e da transpiração das plantas. Já a umidade relativa é a relação da umidade absoluta com a capacidade do ar de reter vapor d'água. Com isso, pode-se dizer que a umidade relativa é uma porcentagem da umidade absoluta de saturação (FROTA e SCHIFFER, 2006).

É importante que o arquiteto observe temperatura e umidade em seu comportamento conjunto em um ano. A umidade pode ser um auxílio ao projeto, pois, em alguns locais, podemos utilizar a vegetação ou a proximidade a massas de água para “refrescar” as edificações (LAMBERT, DUTRA e PEREIRA, 2014).

As precipitações são o resultado das grandes massas de umidade em ascensão, esfriadas rapidamente por contato com as massas de ar mais frio (FROTA e SCHIFFER, 2006).

3.6.2 Conforto térmico

Conforto térmico é um estado de espírito que reflete a satisfação com o ambiente térmico que envolve uma pessoa. Se o balanço de todas as trocas de calor a que está submetido o corpo for nulo e a temperatura da pele e o suor estiverem dentro de certo limite, pode-se dizer que o indivíduo está em conforto térmico (ASHRAE, 2005 apud LAMBERT, DUTRA e PEREIRA, 2014).

As principais variáveis do conforto térmico são: radiação solar, temperatura, umidade e velocidade do ar. O conforto térmico está diretamente relacionado ao organismo humano, que, por sua vez, é homeotérmico, ou seja, a temperatura do organismo tende a permanecer constante. O ser humano tem 80% da sua energia gasta em calor e apenas 20% em trabalho (FROTA e SCHIFFER, 2006).

A termorregulação é o meio natural de controle de perda de calor pelo organismo, representa um esforço extra, uma queda de potencialidade de trabalho. O ser humano experimenta a sensação de conforto térmico quando perde calor para o ambiente, sem nenhum mecanismo de termorregulação. O principal órgão do corpo humano que sente esse controle natural de perda é a pele; o que aumenta a temperatura é o fluxo sanguíneo (FROTA e SCHIFFER, 2006).

Na reação ao frio, as condições ambientais proporcionam perda de calor do corpo além do necessário. Quando isso ocorre, o organismo reage buscando reduzir as perdas e aumentar as combustões internas. Essa redução de troca térmica entre o indivíduo e o ambiente se faz através do aumento da resistência térmica da pele por meio da vasoconstrição, do arrepio e do tiritar (FROTA e SCHIFFER, 2006).

Quando na reação ao calor as perdas são inferiores ao necessário para a manutenção de sua temperatura interna constante, o organismo reage por meio de seus mecanismos automáticos, proporcionando condições de trocas de calor mais intensas entre o organismo e o ambiente, reduzindo as combustões internas (FROTA e SCHIFFER, 2006).

Existem duas formas de troca de calor térmicas entre o corpo e o ambiente. O calor perdido para o ambiente através de trocas úmidas, de formas líquidas e de evaporação é o calor latente, já as trocas secas através da diferença de temperatura entre o corpo e o ambiente é o calor sensível (FROTA e SCHIFFER, 2006).

As principais formas de transferência de calor são por condução, que propaga calor através das moléculas; por radiação, em que quanto mais se produz calor, mais se recebe; e por convecção, trocas de calor através da temperatura e da velocidade do ar para o corpo (FROTA e SCHIFFER, 2006).

Variáveis ambientais, atividade física, vestimentas, entre outras, têm uma grande influência no conforto térmico. Quanto maior a atividade física, maior será o calor gerado pelo metabolismo. Por isso, se torna de grande importância o arquiteto saber a função da sua arquitetura, a fim de prever o nível de atividade realizada em seu interior (LAMBERT, DUTRA e PEREIRA, 2014).

A vestimenta e sua resistência térmica são de extrema importância na sensação de conforto. A pele troca calor por condução, convecção e radiação com a roupa, que por sua vez troca calor com o ar por convecção e com outras superfícies por radiação. Quanto maior a resistência térmica da roupa, menor serão suas trocas de calor com o meio (LAMBERT, DUTRA e PEREIRA, 2014).

Já a ventilação natural, além de proporcionar a redução do consumo de energia, minimizando diretamente o uso de sistemas de ventilação mecânica, também pode proporcionar conforto térmico de duas formas: com a velocidade do ar provocando o resfriamento, e quando ela diminui a massa térmica do edifício durante a noite, resfriando o ambiente (FROTA e SCHIFFER, 2006).

A ventilação natural também é capaz de proporcionar a renovação do ar sobre as pessoas e isso é fundamental para o alcance do conforto térmico. Para climas quente e úmido, a ventilação natural é uma estratégia simples de promover o conforto térmico, devido ao fluxo do ar na pele dar uma sensação de resfriamento aos ocupantes (FROTA e SCHIFFER, 2006).

3.6.3 Iluminação natural

Além dos fenômenos térmicos emitidos pela radiação solar, uma das suas principais fontes é a iluminação natural. As fontes de luz natural são o Sol, o céu encoberto e nublado, pois representam a maior condição em termos de quantidades de luz. Uma parcela da luz que penetra em um edifício é transformada em calor. Com isso, em climas

mais quentes, é importante limitar as fontes diretas de luz (LAMBERT, DUTRA e PEREIRA, 2014).

A iluminação natural vai estar presente na maior parte do dia, porém nem sempre é explorada adequadamente na maioria dos projetos. Entretanto, quando é utilizada, deve-se pensar na integração com as necessidades térmicas e acústicas do ambiente, e qual a necessidade da exposição à luz natural do ambiente. Essas análises são de extrema importância, pois, quando a luz solar penetra no ambiente pelas aberturas, pode transmitir calor e som para o interior (LAMBERT, DUTRA e PEREIRA, 2014).

Uma abertura na edificação pode trazer, além da luz natural, calor solar e ruídos indesejáveis externos, também faz o contato visual e olfativo do usuário com o exterior, tornando-se um elemento essencial no desempenho combinado de todos esses aspectos. Dessa forma, é importante limitar ou dividir as fontes de luz natural, direcionadas para cada tipo de função arquitetônica (LAMBERT, DUTRA e PEREIRA, 2014).

O formato do edifício determina de que modo pode-se combinar as janelas, aberturas zenitais, e também quanto a área do piso terá de acesso efetivo à luz natural. O átrio é uma excelente forma de adquirir iluminação natural nas áreas internas da edificação, pois é um espaço luminoso interno, envolvido lateralmente pelas paredes da edificação, que pode ser coberto com materiais transparentes ou translúcidos (LAMBERT, DUTRA e PEREIRA, 2014).

Outra forma de adquirir iluminação natural é através das prateleiras de luz, que previnem o ofuscamento quando colocadas acima do nível dos olhos. As prateleiras de luz têm função de iluminação, enquanto as janelas colocadas abaixo delas servem para contato visual com o exterior. Essas prateleiras, além de iluminar o ambiente, servem como um brise horizontal para a janela posicionada abaixo. Elas também melhoram a qualidade da luz natural, facilitando a sua penetração mais profunda no ambiente (LAMBERT, DUTRA e PEREIRA, 2014).

Outro importante fator que auxilia na iluminação natural são as cores claras que refletem melhor a luz para dentro do edifício. As paredes exteriores e fachadas claras ajudam a emitir melhor a iluminação para o interior da edificação (LAMBERT, DUTRA e PEREIRA, 2014).

As janelas são de extrema importância para a iluminação natural. As horizontais distribuem luz mais uniformemente que as janelas verticais, enquanto as janelas

espalhadas possibilitam maior entrada de luz que as janelas pequenas e concentradas. A área percentual de janela em relação à área de piso deve exceder a 20%, devido à incidência de calor no verão e às perdas de calor no inverno (LAMBERT, DUTRA e PEREIRA, 2014).

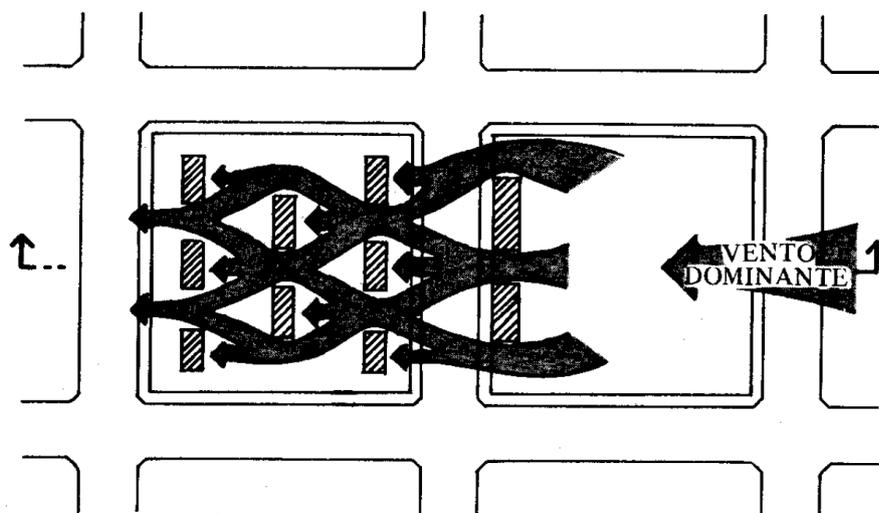
3.6.4. Diretrizes projetuais para o clima quente e úmido

Adequar a arquitetura ao clima de um determinado local é fazer com que o ser humano se sinta em conforto no ambiente. Em um clima quente e úmido, deve-se proteger as aberturas da radiação solar, porém devem ser projetadas aberturas suficientemente grandes para a entrada de ventilação (FROTA e SCHIFFER, 2006).

A forma arquitetônica de uma edificação é de grande influência no conforto ambiental, visto que interfere diretamente no fluxo do ar e também na quantidade de luz e calor recebida pelo edifício (LAMBERT, DUTRA e PEREIRA, 2014).

O arranjo das edificações nos lotes urbanos deve estar disposto de modo a permitir a passagem da ventilação, fazendo com que ela atinja todas as edificações e possibilite a ventilação cruzada nos seus interiores. Com isso, pode-se pensar em construções alongadas no sentido perpendicular ao vento dominante. Deve-se pensar também nos afastamentos das edificações, para não se tornarem barreiras de ventilação para a vizinhança em volta (FROTA e SCHIFFER, 2006).

Figura 30 - Esquema de ventilação urbana em climas quente e úmido



Fonte: FROTA e SCHIFFER, 2006.

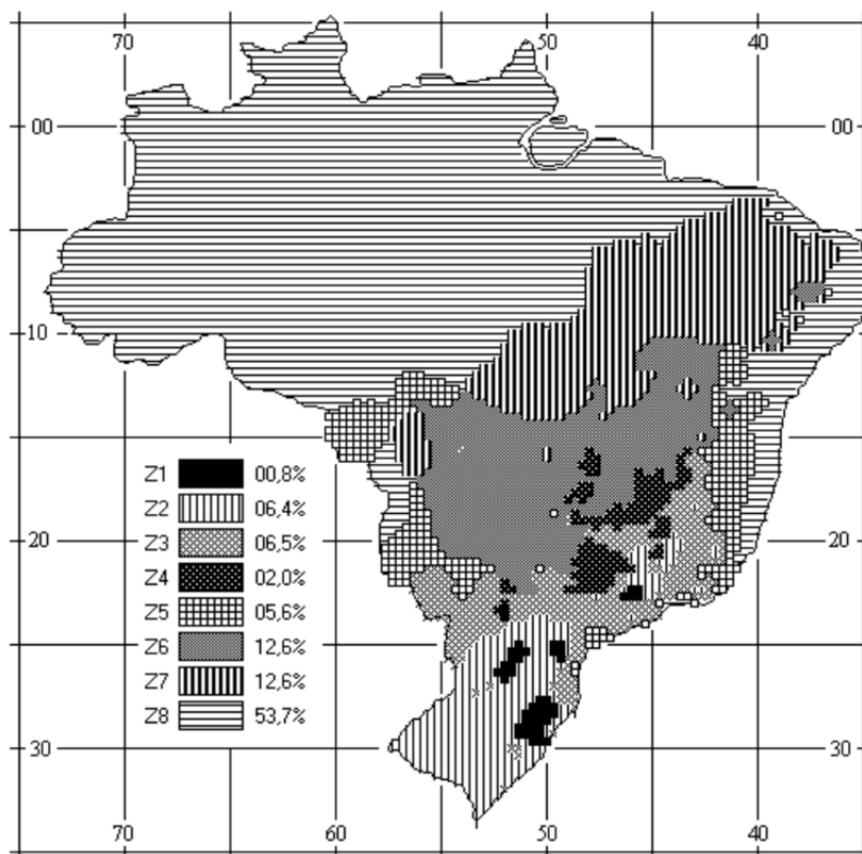
O vento predominante do verão deve ser explorado para resfriar os ambientes quando necessário. O uso de vegetação, posicionamento das edificações e aberturas ajuda no direcionamento da ventilação do meio externo para o meio interno. Árvores com copas altas ajudam a sombrear o sol indesejável e facilitam o acesso de vento na edificação (LAMBERT, DUTRA e PEREIRA, 2014).

Ao se planejar aberturas na edificação, é necessário pensar na ventilação cruzada; duas aberturas respeitando a orientação do vento tornam a ventilação mais eficiente dentro do ambiente (LAMBERT, DUTRA e PEREIRA, 2014).

Em 2003, foi aprovada a NBR 15220, que estabelece definições e correspondentes símbolos e unidades de termos relacionados com o desempenho térmico de edificações. A terceira parte dessa NBR apresenta recomendações quanto ao desempenho térmico de habitações unifamiliares. Ao mesmo tempo, estabelece o Zoneamento Bioclimático Brasileiro. São feitas recomendações de diretrizes construtivas e detalhamento de estratégias de condicionamento térmico passivo, com base em parâmetros e condições de contorno fixado.

O Zoneamento Bioclimático Brasileiro se distribui entre 8 zonas, em que Macapá encontra-se nos 53,7% da zona 8. As principais diretrizes construtivas na zona 8 são o uso de aberturas grandes e totalmente sombreadas, o uso de paredes e coberturas leves e refletoras, além de ventilação cruzada permanente durante o ano todo.

Figura 31 - Zoneamento Bioclimático Brasileiro



Fonte: NBR 15220-3

Lambert et al. (2014), no livro *Eficiência energética na arquitetura*, resume as diretrizes construtivas da NBR 15220-3, onde U é a transmitância térmica (W/m^2K), ϕ é o atraso térmico em horas e F_{So} é o fator solar para superfícies opacas (%).

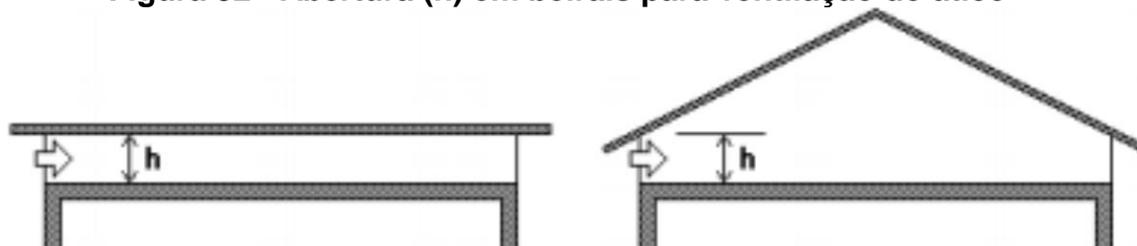
Quadro 3 - Resumo das diretrizes construtivas pela NBR 15220-3

Zona	estratégias		aberturas para ventilação A (em % da área de piso)	sombreamento das aberturas	parede			cobertura		
	verão	inverno			U	ϕ	FS ₀	U	ϕ	FS ₀
1		aquecimento solar da edificação / vedações internas pesadas (inércia térmica)	médias 15% < A < 25%	permitir sol apenas durante o inverno	≤ 3,0 (parede leve)	≤ 4,3	≤ 5,0	≤ 2,0 (leve isolada)	≤ 3,3	≤ 6,5
2	ventilação cruzada	aquecimento solar da edificação / vedações internas pesadas (inércia térmica)	médias 15% < A < 25%	permitir sol apenas durante o inverno	≤ 3,0 (parede leve)	≤ 4,3	≤ 5,0	≤ 2,0 (leve isolada)	≤ 3,3	≤ 6,5
3	ventilação cruzada	aquecimento solar da edificação / vedações internas pesadas (inércia térmica)	médias 15% < A < 25%	permitir sol apenas durante o inverno	≤ 3,6 (parede leve refletor a)	≤ 4,3	≤ 4,0	≤ 2,0 (leve isolada)	≤ 3,3	≤ 6,5
4	Resfriamento evaporativo e inércia térmica para resfriamento / ventilação seletiva nos períodos quentes, em que a temperatura interna seja superior à externa	aquecimento solar da edificação / vedações internas pesadas (inércia térmica)	médias 15% < A < 25%	sombrear aberturas	≤ 2,2 (parede pesada)	≥ 6,5	≤ 3,5	≤ 2,0 (leve isolada)	≤ 3,3	≤ 6,5
5	ventilação cruzada	vedações internas pesadas (inércia térmica)	médias 15% < A < 25%	sombrear aberturas	≤ 3,6 (parede leve refletor a)	≤ 4,3	≤ 4,0	≤ 2,0 (leve isolada)	≤ 3,3	≤ 6,5
6	Resfriamento evaporativo e inércia térmica para resfriamento / ventilação seletiva nos períodos quentes, em que a temperatura interna seja superior à externa	vedações internas pesadas (inércia térmica)	médias 15% < A < 25%	sombrear aberturas	≤ 2,2 (parede pesada)	≥ 6,5	≤ 3,5	≤ 2,0 (leve isolada)	≤ 3,3	≤ 6,5
7	Resfriamento evaporativo e inércia térmica para resfriamento / ventilação seletiva nos períodos quentes, em que a temperatura interna seja superior à externa		pequenas 10% < A < 15%	sombrear aberturas	≤ 2,2 (parede pesada)	≥ 6,5	≤ 3,5	≤ 2,0 (pesada)	≤ 6,5	≤ 6,5
8	ventilação cruzada permanente OBS: o condicionamento passivo será insuficiente durante as horas mais quentes		grandes A > 40%	sombrear aberturas	≤ 3,6 (parede leve refletor a)	≤ 4,3	≤ 4,0	≤ 2,3,FT (leve refletor a)	≤ 3,3	≤ 6,5

Fonte: LAMBERT, DUTRA e PEREIRA, 2014.

Para essa zona, a norma prevê aberturas grandes e sombreadas, paredes e coberturas leves e refletoras. Também podem ser aceitas nessa zona coberturas como telha de barro e sem forro; coberturas com transmitância térmica acima dos valores tabelados, atendendo as exigências de que contenham aberturas para a ventilação em, no mínimo, dois beirais opostos, e aberturas para ventilação que ocupem toda a extensão das fachadas respectivas (ABNT – NBR 15220-3).

Figura 32 - Abertura (h) em beirais para ventilação do ático



Fonte: ABNT – NBR 15220-3.

Quadro 4 - Estratégias de condicionamento térmico passivo para a zona 8

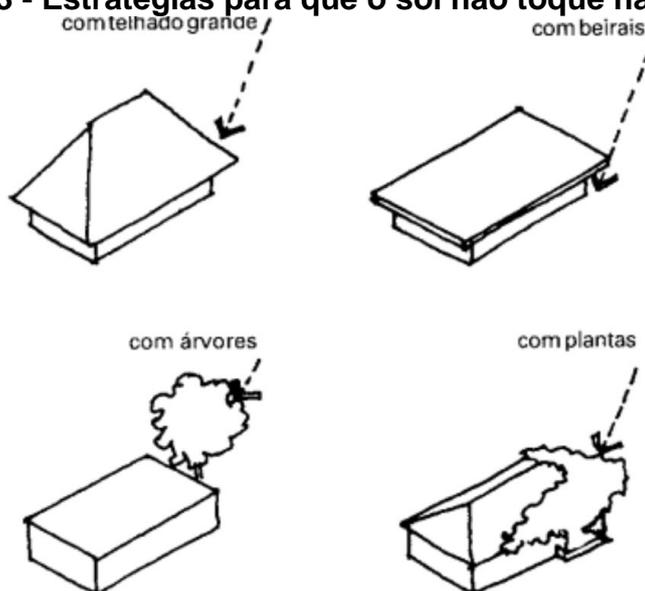
Estação	Estratégias de condicionamento térmico passivo
Verão	<p>J) Ventilação cruzada permanente</p> <p>Nota: O condicionamento passivo será insuficiente durante as horas mais quentes. O código J é o mesmo adotado na metodologia utilizada para definir o Zoneamento Bioclimático do Brasil (ver anexo B).</p>

Fonte: ABNT – NBR 15220-3.

A NBR 15220-3 traz um detalhamento de estratégias de condicionamento térmico com base em cada zona, onde podemos entender que as sensações térmicas são melhoradas por meio da desumidificação dos ambientes. Essa estratégia pode ser obtida através da renovação do ar interno por ar externo por meio da ventilação dos ambientes. Com isso, vemos a importância da ventilação cruzada, que segundo a norma, é obtida com a circulação do ar pelos ambientes da edificação. Isso significa que, se o ambiente possuir janelas em apenas uma fachada, a porta deveria ser mantida aberta para permitir a ventilação cruzada; também deve-se atentar para os ventos predominantes da região. O uso de resfriamento térmico será necessário para amenizar a sensação de desconforto térmico por calor, em certas horas do dia e meses do ano.

Johan Lengen, em seu livro *Manual do arquiteto descalço*, edição de 2004, mostra formas de proteção do interior da residência em relação aos raios solares, evitando que o sol toque nas paredes.

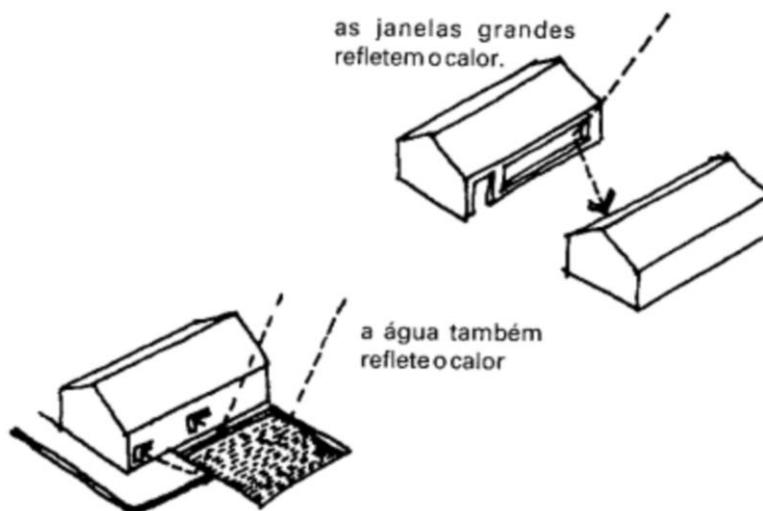
Figura 33 - Estratégias para que o sol não toque nas paredes



Fonte: LENGEN, 2004.

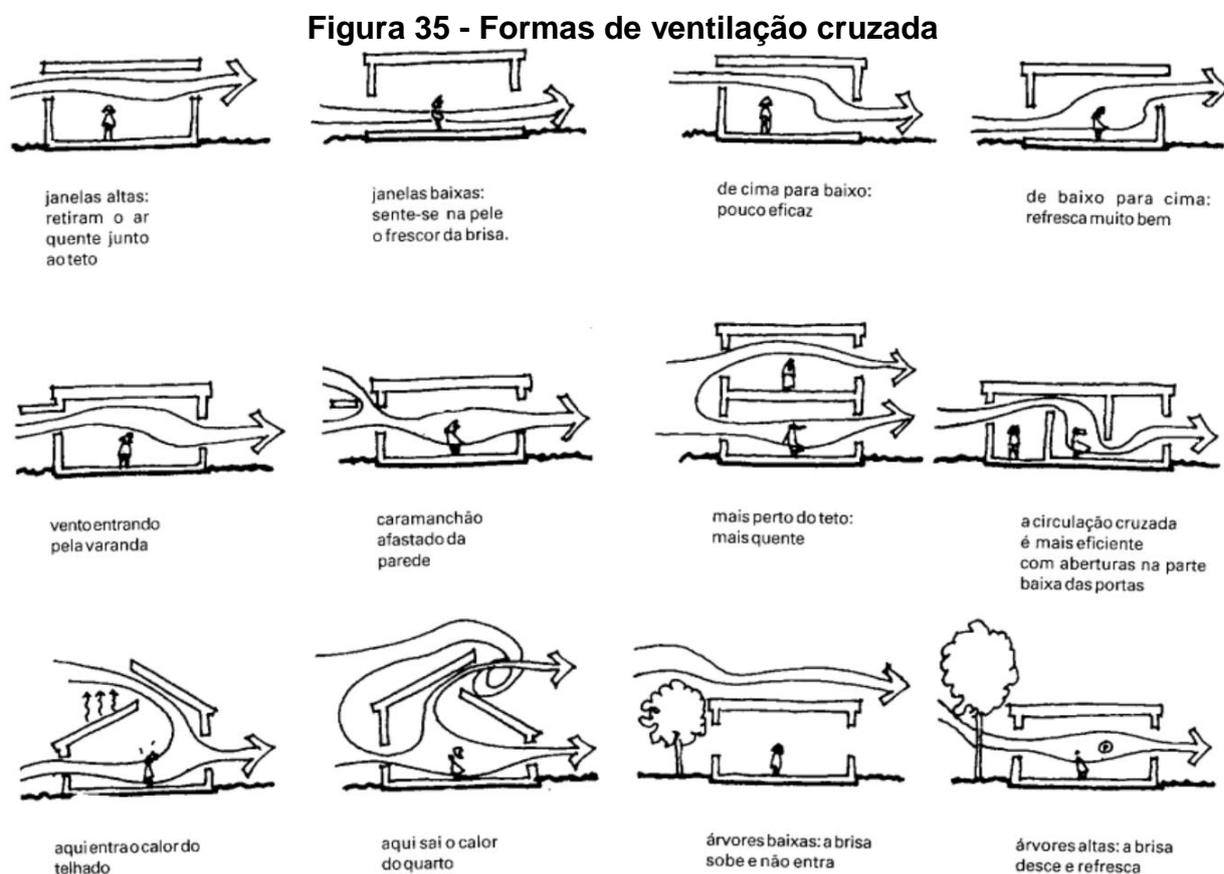
Quando os raios do sol tocam uma parede, ela esquenta de fora para dentro. Depois de algum tempo, o calor começa a penetrar no espaço interior da casa e a temperatura interna se eleva. Deve-se pensar também em evitar o máximo de reflexo dos raios de sol; se alguma edificação próxima tiver muitas janelas de vidro, os raios solares podem refletir de um lado para o outro da rua (LENGEN, 2014).

Figura 34 - Formas de reflexão da radiação solar



Fonte: LENGEN, 2004.

É de extrema importância a ventilação dos espaços para que o calor circule, ao invés de ficar parado, porém isso depende muito da direção de portas e janelas em relação à direção dos ventos predominantes (LENGEN, 2004).



Fonte: LENGEN, 2004.

3.7 CLIMATOLOGIA DA CIDADE DE MACAPÁ-AP

A cidade de Macapá, localizada no estado do Amapá, na região Norte do Brasil, é uma região extensa, com um diverso ecossistema e variados formatos de relevo. Situada em uma área equatorial, em volta da linha do Equador, recebe durante o ano todo uma grande quantidade de energia solar; com isso, tem-se o clima quente e úmido, caracterizado principalmente pelo regime de precipitações (TAVARES, 2014).

O clima equatorial é encontrado em regiões localizadas nas proximidades da linha do Equador. Apresenta temperaturas elevadas e grande quantidade de chuvas durante a maior parte do ano. Dessa forma, esse clima se apresenta quente e úmido, sua

temperatura média anual é superior a 25°C, com amplitude térmica anual de até 3°C, além de possuir períodos chuvosos abundantes e bem distribuídos (LAMBERT, DUTRA e PEREIRA, 2014).

Figura 36 - Mapa climatológico brasileiro



Fonte: ibge.gov.br

O clima equatorial quente e úmido mostra uma variação de temperatura noturna que não é tão significativa a ponto de causar sensação de frio, porém é suficiente para causar um alívio térmico, devido à ventilação noturna ser bastante desejável (FROTA e SCHIFFER, 2006).

A NBR 15220-3 estabelece um Zoneamento Bioclimático Brasileiro (figura 31, p. 50), juntamente com um conjunto de diretrizes e estratégias construtivas destinadas a cada tipo de zona, indicando tamanho de aberturas para ventilação, proteção das aberturas, vedações externas e estratégias de condicionamento térmico (Mais informações, p. 49).

O estado do Amapá se encontra entre os 53,7% na zona 8, onde, segundo a norma, são indicadas aberturas grandes e sombreadas, além de paredes leves refletoras e coberturas leves refletoras (ABNT NBR 15220-3).

Para o clima quente e úmido, é de extrema importância a proteção das aberturas da radiação solar direta, porém sem deixar obstáculos para a ventilação. Nesse clima, as construções não devem ter uma inércia muito grande, devido à dificuldade do calor interno armazenado durante o dia, prejudicando o resfriamento destas quando a temperatura noturna estiver mais baixa (FROTA e SCHIFFER, 2006).

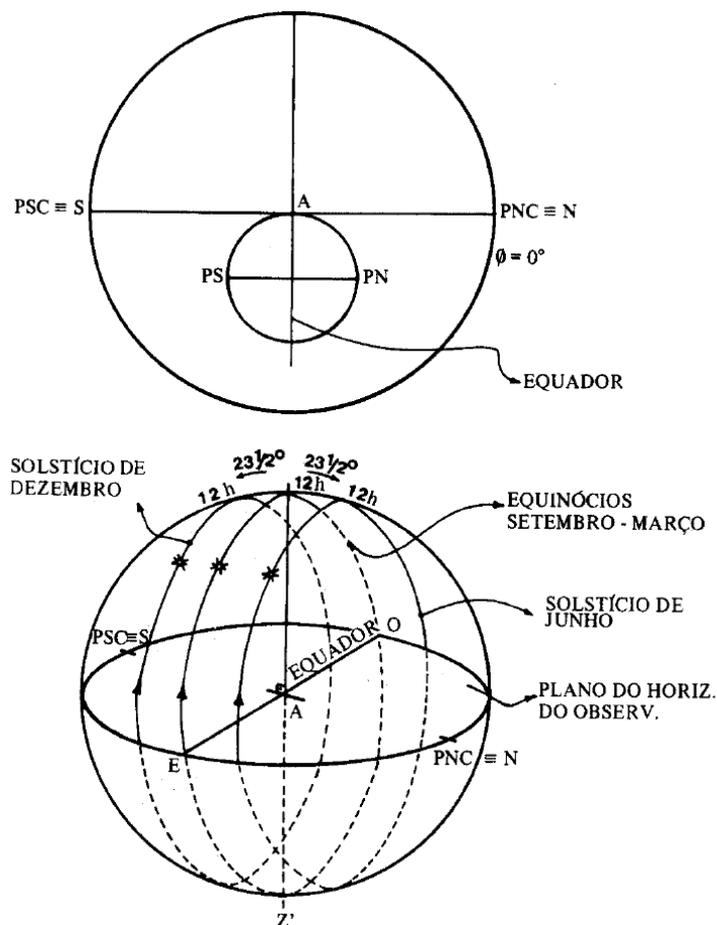
3.7.1 Latitude 0° – A linha do Equador

Macapá é a única capital brasileira cortada pela linha do Equador. Duas vezes ao ano, a cidade passa por um fenômeno chamado Equinócio, quando os raios solares incidem sobre a linha do Equador. Nesse período, os dias e as noites têm a mesma duração no mundo todo (HERBERT e ABREU, 2007).

O Equinócio ocorre devido à Terra se encontrar na inclinação de 13°27'. Tem-se a impressão de que o Sol se movimenta, porém é o planeta que está se movimentado durante o período de 21 de junho a 21 de dezembro, fazendo com que ocorra o fenômeno, na cidade Macapá, em dois momentos, março e setembro (HERBERT e ABREU, 2007).

Durante esse fenômeno, a duração do dia é igual à duração da noite, devido aos círculos determinados pelas trajetórias aparentes do Sol serem perpendiculares ao plano do horizonte do observador que se encontra na linha do Equador, latitude 0°. Dessa forma, a trajetória aparente solar é justamente a metade (ver figura 37, p. 57) (FROTA e SCHIFFER, 2006).

Figura 37 - Trajetória aparente do Sol para latitude 0°



Fonte: FROTA e SCHIFFER, 2006.

3.7.2 Normais climatológicas

3.7.2.1 Temperatura

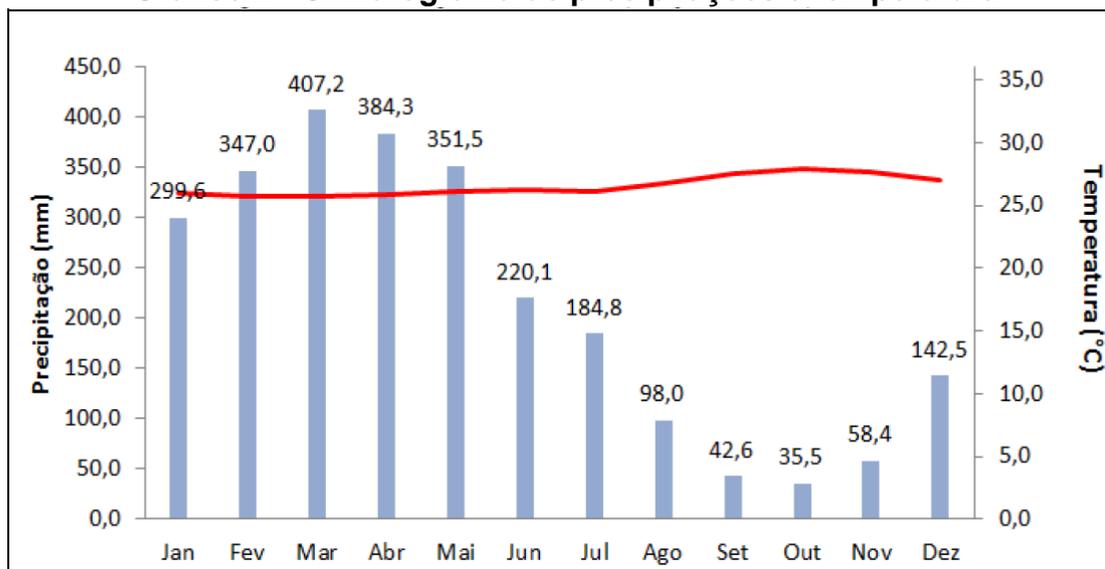
A temperatura é uma das variáveis climáticas mais conhecidas e de mais fácil medição, se resulta dos fluxos das grandes massas de ar e da diferente recepção de radiação do Sol. Quando a velocidade dos fluxos de ar é pequena, a temperatura se modifica por consequência desses fluxos e dos ganhos térmicos solares do local (LAMBERT, DUTRA e PEREIRA, 1997).

Além dos fluxos de ar, outros fatores que interferem na temperatura são: tipo de solo, vegetação, altitude e topografia que vai receber essa radiação solar. Entretanto,

quando existe uma alta velocidade do ar, os fatores que irão receber essa radiação pouco influenciam na temperatura (LAMBERT, DUTRA e PEREIRA, 1997).

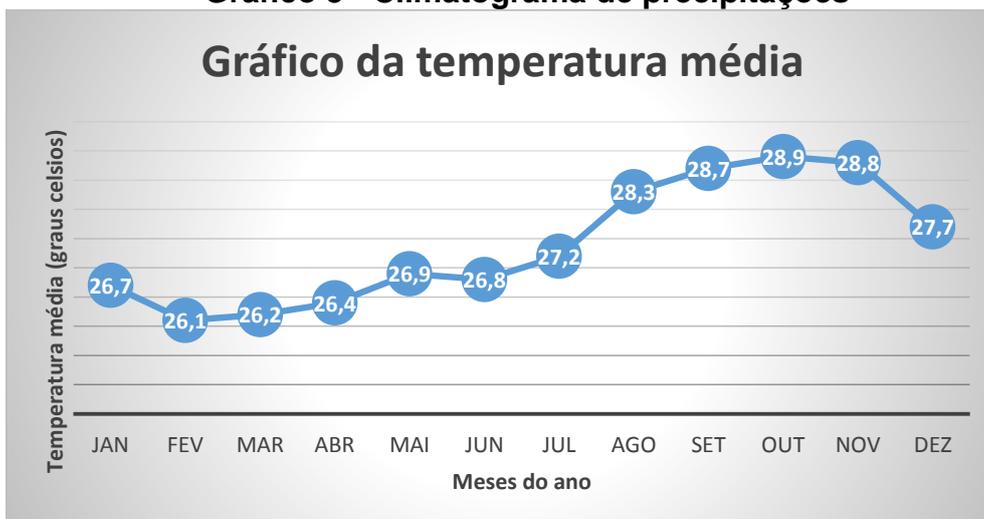
Em Macapá-AP, a temperatura média do ar não possui grande amplitude térmica, oscilando em torno de 27°C. Contudo, percebe-se uma diminuição da temperatura média nos meses mais chuvosos e um aumento nos meses mais secos (TAVARES, 2014).

Gráfico 2 - Climatograma de precipitações e temperatura



Fonte: INMET, 2000 apud TAVARES, 2014.

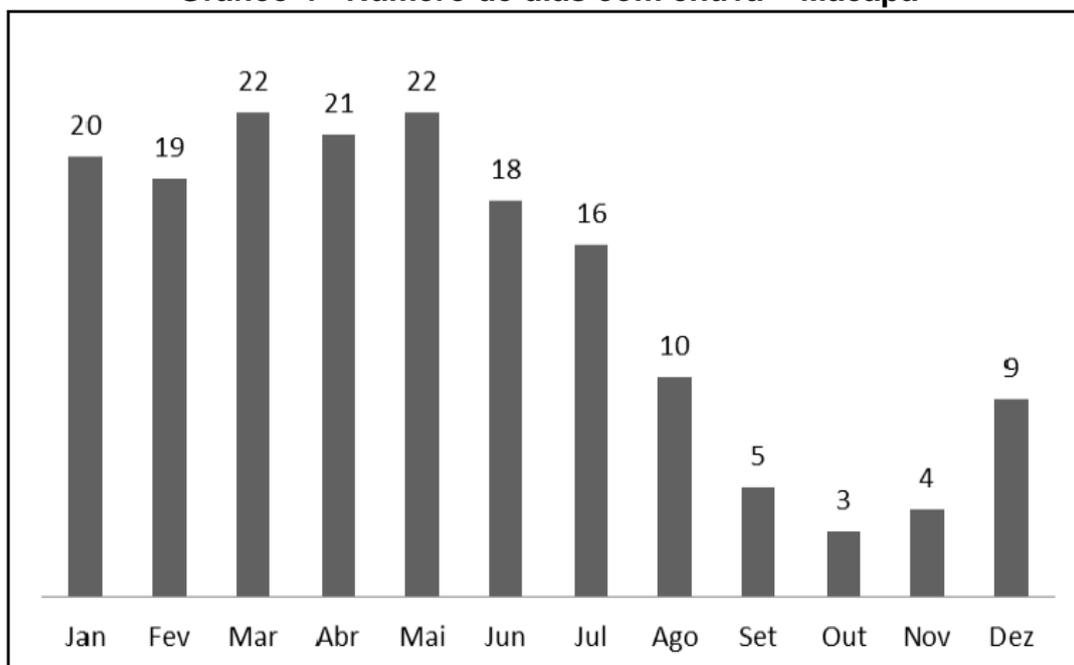
No climatograma de 2010 do REMET, a rede de climatologia da aeronáutica, pode-se confirmar que a média anual da temperatura se mantém em torno dos 27°C, tendo como meses mais quentes agosto, setembro, outubro e novembro.

Gráfico 3 - Climatograma de precipitações

Fonte: REDEMET 2010.

3.7.2.2. Precipitações

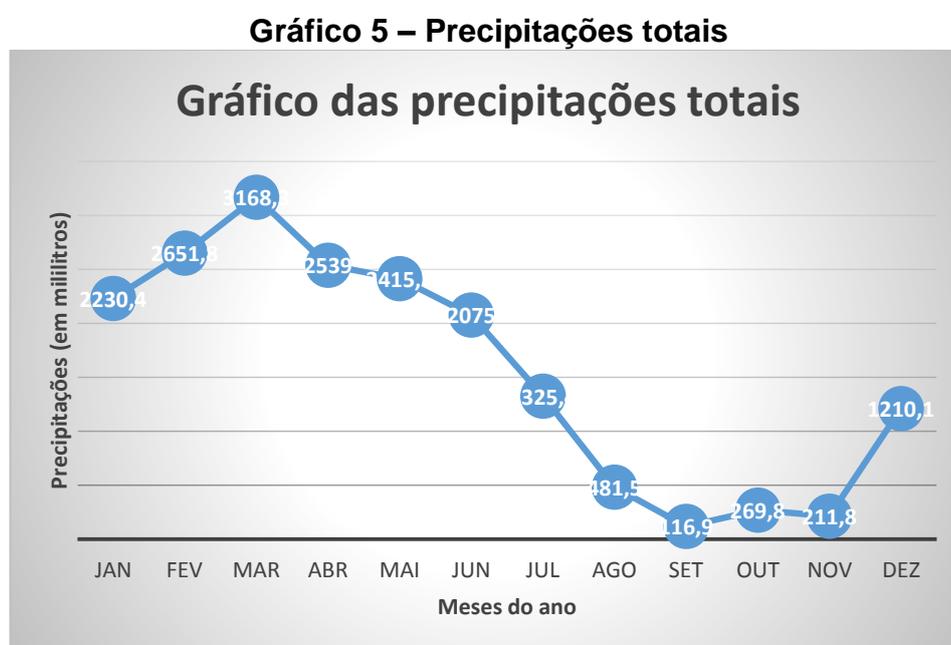
Durante o ano, Macapá tem em média, 169 dias com chuva, que duram no período de dezembro a julho e 196 dias de estação seca, que ocorrem de agosto a novembro. (TAVARES, 2014).

Gráfico 4 - Número de dias com chuva – Macapá

Fonte: INMET, 2000 apud TAVARES, 2014.

O início do período chuvoso no estado ocorre no verão, atingindo as faixas litorâneas, incluindo a região do Oiapoque e do norte amapaense. Já os meses de inverno caracterizam-se pela diminuição do volume de chuva no estado. A primavera apresenta o mínimo de chuva climatológica no estado, ou seja, o período mais seco do ano (TAVARES, 2014).

Nas medições do REDEMET de 2010, vemos que o cenário das precipitações muda um pouco; janeiro, fevereiro, março, abril e maio continuam sendo os meses mais chuvosos do ano, porém março é onde se tem o maior registro. A partir de junho, tem-se uma queda nos números de precipitações, até os tempos de seca encontrados em setembro, outubro e novembro (ver figura 41, p.60).



Fonte: REDEMET 2010.

3.7.2.3 Umidade

A umidade do ar resulta da evaporação da água presente nos mares, rios, lagos, terra e na evapotranspiração dos vegetais. Dependendo da temperatura do ar, pode se ter uma quantidade de água presente. Quanto maior a temperatura do ar, menor sua densidade, ou seja, maior a quantidade de água presente no ar. Se a água exceder seu

limite no ar, pode-se dizer que o ar está saturado. Desse fenômeno originam-se a névoa, o orvalho e a chuva (LAMBERT, DUTRA e PEREIRA, 1997).

A umidade relativa ocorre quando o conteúdo de vapor de água no ar é menor que o máximo possível para aquela temperatura. Quanto menor a temperatura, maior a umidade relativa e vice-versa. Quanto maior a umidade, menor a transmitância de radiação solar, isso ocorre porque o vapor de água e as nuvens absorvem essa radiação e a redistribuem na atmosfera. Em locais muito secos, os dias são mais quentes e as noites mais frias, já em locais úmidos, como a cidade de Macapá, as temperaturas extremas tendem a se atenuar (LAMBERT, DUTRA e PEREIRA, 1997).

Macapá tem uma vasta área úmida, chamada localmente de área de ressaca, que fornece umidade para a atmosfera, ajudando a redistribuir a radiação recebida, além do rio Amazonas, presente em uma grande parte de orla na cidade (ver figura 38, p. 61).

Na tabela de variáveis bioclimáticas, podemos ver como a umidade afeta a temperatura da cidade e como é intensa, com média anual de 83%.

Tabela 1 - Variáveis bioclimáticas de temperatura e umidade relativa do ar

Variável	Mês de ocorrência	Valor
Temperatura média (°C)	Média anual	26,5 °C
Temperatura máxima do mês mais quente (°C)	Outubro	27,9 °C
Temperatura mínima do mês mais frio (°C)	Fevereiro e março	25,7 °C
Umidade relativa (%)	Média anual	83%

Fonte: INMET, 2000 apud TAVARES, 2014.

A umidade relativa é presente de forma intensa durante o ano todo na cidade, porém tendo uma queda nos meses menos chuvosos.

Gráfico 6 - Umidade relativa de Macapá (AP)



Fonte: REDEMET 2010.

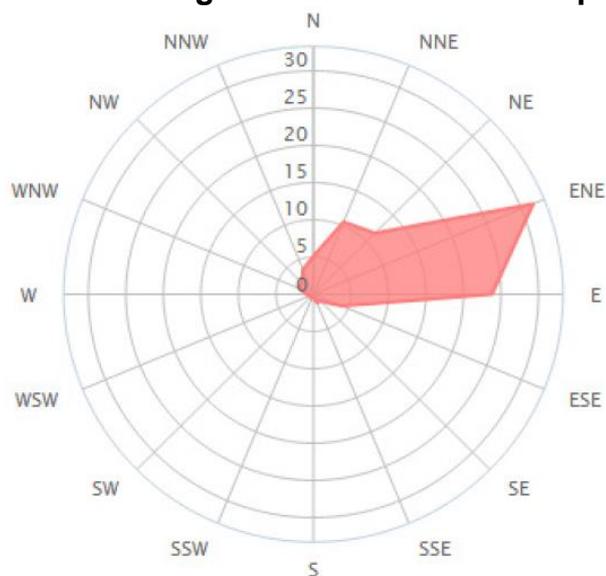
3.7.2.4 Vento

O vento pode ter diversas variações de direção e de velocidade do movimento do ar. Isso ocorre com as diferentes temperaturas presentes entre as massas de ar, fazendo com que ele se desloque da área de ar mais frio e denso para a área de ar mais quente e leve (LAMBERT, DUTRA e PEREIRA, 1997).

As condições dos ventos locais podem ser alteradas de acordo com os equipamentos presentes no espaço, a vegetação, a topografia do terreno, as edificações, entre outros, podendo canalizar a ventilação e trazer o vento natural para as edificações (LAMBERT, DUTRA e PEREIRA, 1997).

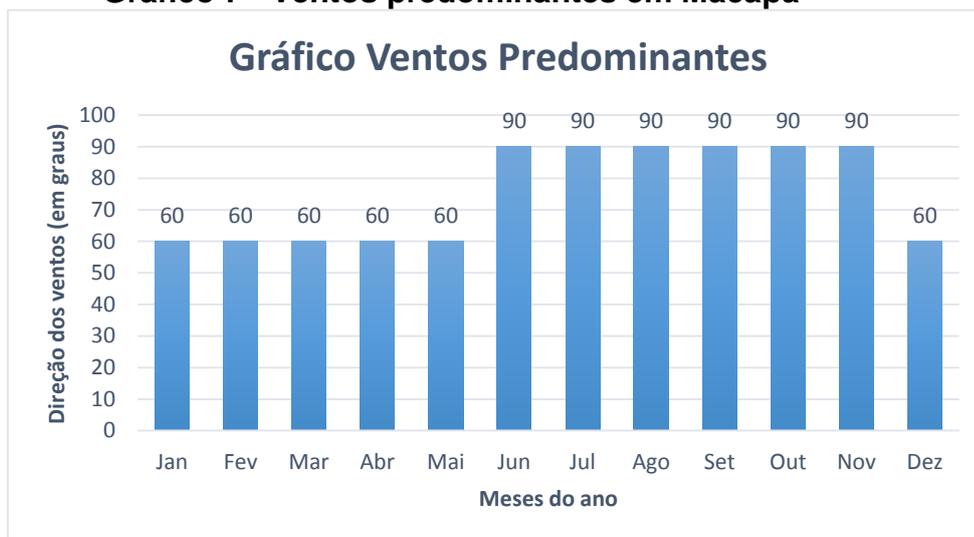
O vento predominante em Macapá é o de Nordeste. Entretanto, de forma geral, a cidade é ventilada, com ventos fracos e moderados (TAVARES, 2014).

Figura 39 - Hodógrafa de ventos em Macapá



Fonte: WINDFINDER, 2014 apud TAVARES, 2014.

O vento predominante varia entre leste e nordeste. Nas medições meteorológicas do REDEMET de 2010, há seis meses com ventilação direcionada a 60° e seis meses a 90°, sendo que nos meses mais quentes, de julho a novembro, tem-se a ventilação a 90° vindo do leste.

Gráfico 7 - Ventos predominantes em Macapá

Fonte: REDEMET 2010.

3.7.2.5 Radiação

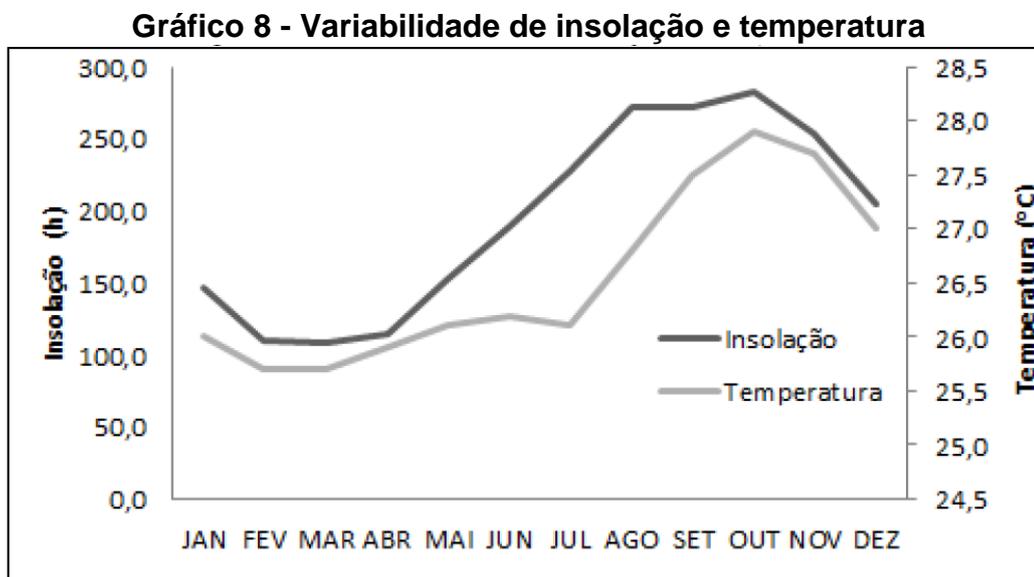
Radiação é o mecanismo de troca de calor entre dois corpos, ou entre um corpo e seu meio, através de sua capacidade de absorver e emitir energia térmica. Esse mecanismo resulta da natureza eletromagnética da energia, que, ao ser absorvida, provoca efeitos térmicos e permite que ocorra uma transmissão sem necessidade de meio para propagação, ocorrendo até mesmo no vácuo (FROTA e SCHIFFER, 2006).

A radiação solar é a principal fonte de energia para o planeta. O Sol é um elemento de extrema importância, pois por meio dele ocorre o fornecimento de calor e de luz. Além disso, é um dos mais importantes estudos para a área de conforto térmico, pois auxilia na economia de energia e no conforto dos ocupantes (LAMBERT, DUTRA e PEREIRA, 1997).

Em Macapá, a incidência de radiação solar é bem maior que em outras regiões. A elevação do sol, ao meio-dia, varia pouco em torno de 90°; isso ocorre porque a cidade é atravessada pela linha do Equador. O fenômeno do Equinócio influencia bastante nessa radiação transmitida, pois o sol passa na vertical (TAVARES, 2014).

As temperaturas máximas mensais estão entre 31°C e 33°C, podendo variar durante o dia e chegar até a 40°C. Entre agosto e outubro acontecem as mais altas temperaturas do ano, devido ao período de seca (TAVARES, 2014). Em relação a insolação e temperatura, pode-se perceber que quanto maior o nível de insolação, maior a

temperatura; no meses menos chuvosos e com um baixo nível de umidade, tem-se uma alta do nível de insolação.

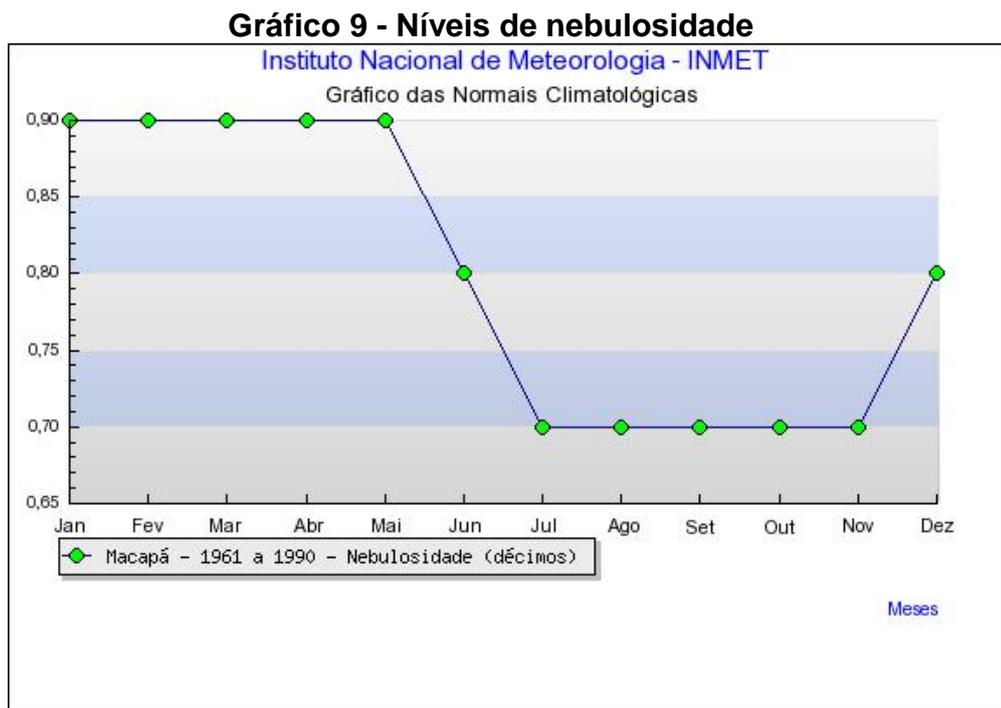


Fonte: INMET, 2000 apud TAVARES, 2014.

3.7.2.6 Nebulosidade

A quantidade de energia solar que atinge o solo depende diretamente da porcentagem de recobrimento e da espessura de nuvens no céu. Se essa porcentagem for suficientemente espessa e ocupar a maior parte do céu, pode se tornar uma barreira que impede que a radiação chegue de forma direta na terra (FROTA e SCHIFFER, 2006).

Com isso, percebe-se que a quantidade de nuvens no céu está ligada de forma direta com o nível de insolação e resulta na temperatura da cidade. Nos meses mais chuvosos, com maior índice de umidade e menor nível de insolação, tem-se os mais altos níveis de nebulosidade, e nos meses mais quentes, uma queda dos níveis.



Fonte: INMET 1990.

3.8 A PROBLEMÁTICA DAS RESIDÊNCIAS ESTUDANTIS EM MACAPÁ

Nos últimos anos, houve um grande crescimento de universidades em Macapá. Com isso, a demanda de discentes e docentes na região teve um aumento, além do grande número de estudantes de baixa renda do interior do estado e de outras localidades do Brasil.

Com essa demanda, muitas casas surgem de forma improvisada, a partir da necessidade de estudantes que se veem sem moradia. Entretanto, essas casas não atendem às necessidades de cada estudante, muitas vezes sem nenhuma qualidade ambiental, sem área de estudo ou espaço para convivência social.

A Universidade Federal do Amapá atualmente oferece uma bolsa de auxílio à moradia, com a ajuda de renda mensal de 200 reais, ou o valor declarado pelo locatário,

porém nem todos são beneficiados¹. Dessa forma, surge uma demanda para uma casa de estudantes (UNIFAP, 2013).

Em 2013, foi lançado o projeto da primeira casa do estudante em Macapá, localizada na Av. Inspetor Aimoré, no bairro Universidade, como uma opção de alojamento gratuito, contendo 50 instalações, dividida em dois blocos com capacidade para 150 alunos, além de promover salas de jogos, internet, refeitório, cozinha, vestiários, lavanderias, salas de estudo e administração (UNIFAP, 2013).

O complexo, que terá cerca de 2082,20 m² de área construída, tinha como previsão de conclusão da obra o período de 365 dias, porém já se passaram dois anos e meio e ainda não foi entregue. A casa foi planejada com o intuito de diminuir a evasão dos alunos da academia por motivos de não conseguirem manter moradia na cidade (UNIFAP, 2013)

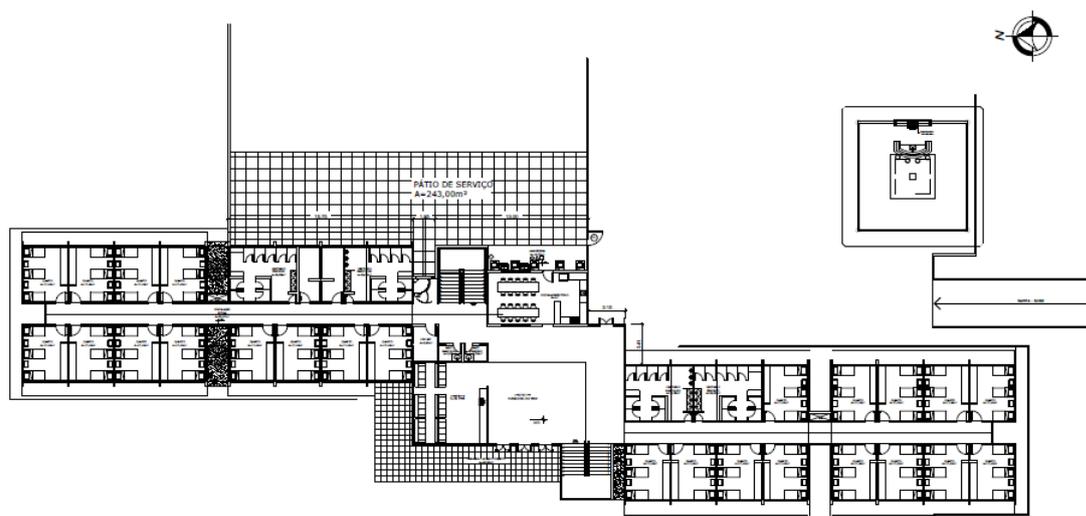
Figura 40 - Casa do estudante universitário da UNIFAP



Fonte: g1.amapa.com.br.

A casa do estudante fica localizada no terreno da universidade, porém em uma área distante da instituição (ver figura 41). O acesso à casa se dá pela Av. Inspetor Aimoré, vários quarteirões de distância da entrada da universidade.

¹ Segundo informações dadas pela Pró-reitoria, cerca de 200 alunos recebem bolsa-auxílio da Universidade. Essa quantidade de alunos é estimada, visto que a Pró-reitoria não tem permissão de repassar informações detalhadas ou qualquer tipo de documentação.

Figura 42 - Planta baixa da casa do estudante universitário da UNIFAP

Fonte: UNIFAP, 2013.

Além dos alojamentos, a residência estudantil possui lavanderia, cozinha, refeitório, sala de TV e áreas de vivência. Percebe-se que tais áreas também são pequenas em relação à quantidade de usuários, tornando-se assim insuficientes. Também se pode notar o fato de as áreas molhadas situarem-se na seção mais ventilada do edifício, no caso a leste, enquanto as áreas de maior permanência do usuário, como boa parte dos dormitórios, situam-se a oeste, sendo assim o pior cenário de conforto térmico da casa.

Além disso, na concepção do projeto da residência estudantil, não houve preocupação com sistemas de ventilação cruzada; cada dormitório possui apenas uma janela, impossibilitando uma melhor circulação dos ventos. O modelo de esquadrias adotado também não contribui com o conforto térmico, visto que estas são todas em vidro, material com alto índice de fator solar.

A necessidade de apoio a estudantes não está presente somente nas instituições universitárias, mas também nas escolas públicas e municipais, que recebem ano após ano diversos alunos vindos do interior do estado com o objetivo de adquirir conhecimento através dessas instituições.

Segundo o jornal estadual *Diário do Amapá*, com publicação do dia 11 de abril de 2016, foi aprovado na Câmara de Deputados, por unanimidade, um requerimento que solicita, ao Governo do Estado, autorização ao órgão competente para construção de uma

república estudantil que beneficie os estudantes carentes que deixam seus municípios em busca de conhecimento na cidade de Macapá.

De acordo com os parlamentares, a residência será destinada a alunos carentes que estão regularmente matriculados nas redes de ensino e não têm condições de pagar moradia. Segundo a deputada Raimunda Beirão, “a educação é a base de tudo, as pessoas precisam de estudos para viverem com dignidade. As desigualdades sociais e a violência só acabarão quando não existir mais desigualdade. Acreditamos que a construção da república estudantil trará grandes frutos ao aluno que vem de outro município para dar continuidade de seus estudos na capital do estado”.

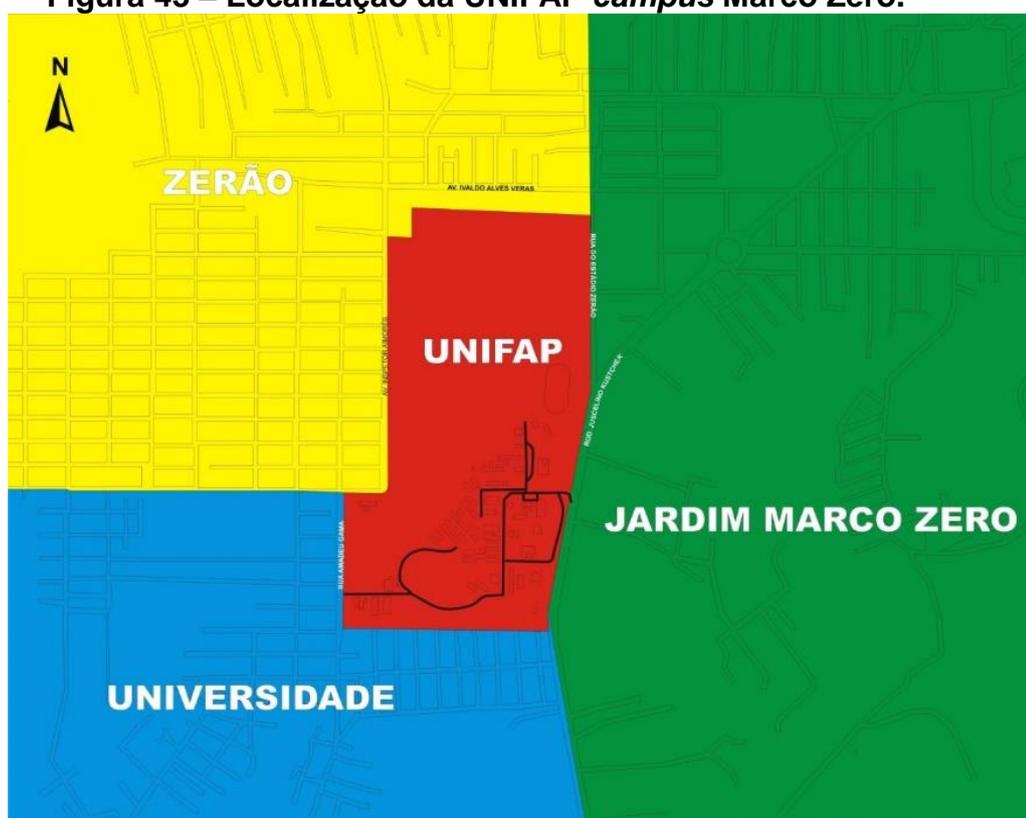
O Instituto de Cursos Técnicos Federal do Amapá viu também a necessidade de auxiliar de alguma forma seus alunos vindos de outras localidades para morar na cidade, com isso ofertaram cerca de 500 auxílios aos estudantes, entre eles o auxílio à moradia, com repasse de 236,40 reais, que corresponde a 30% do salário mínimo, destinado a despesas com aluguéis de imóvel, enquanto o *campus* não dispõe de um alojamento (IFAP, 2015).

4 PROPOSTA DE RESIDÊNCIA UNIVERSITÁRIA NO CAMPUS MARCO ZERO

4.1 ÁREA DE IMPLANTAÇÃO E AS LEGISLAÇÕES VIGENTES

A residência universitária tem como proposta ser implantada dentro da universidade com o *campus* universitário do Marco Zero. A Universidade Federal do Amapá se localiza na rodovia Juscelino Kubitschek, entre os bairros Jardim Marco Zero, Zerão e Universidade. Possui dois acessos, um pela rodovia e outro pela rua Amadeu Gama, localizada nos fundos da universidade.

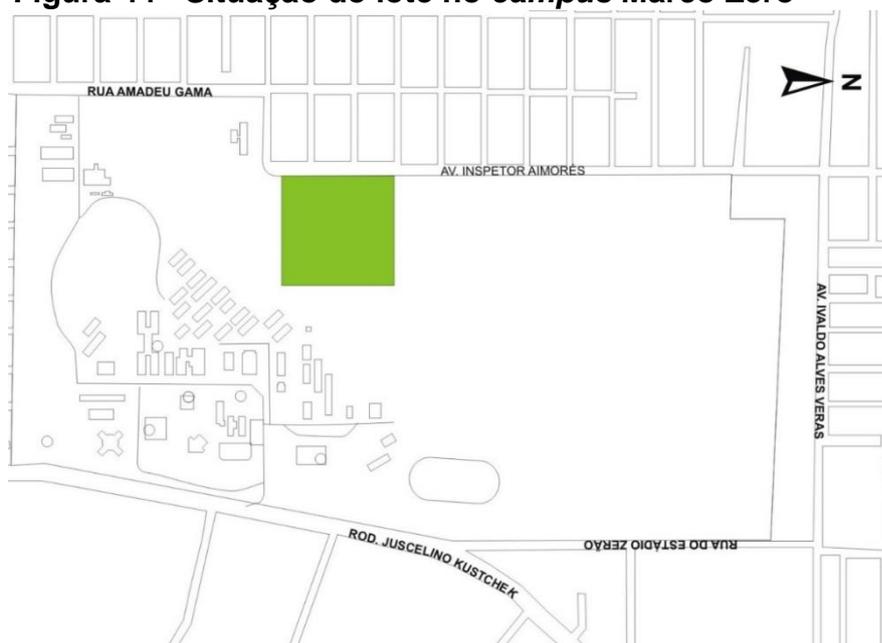
Figura 43 – Localização da UNIFAP *campus* Marco Zero.



Fonte: Elaborado pela autora.

A área de implantação da residência universitária é situada na rua Inspetor Aimoré (área em verde, figura 44, p. 70), com acesso aos bairros de sua proximidade. Localizada em uma área residencial de pouco trânsito, porém interligada com a universidade.

Figura 44 - Situação do lote no *campus* Marco Zero



Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 45 - Frente do terreno de implantação da residência universitária do *campus* Marco Zero

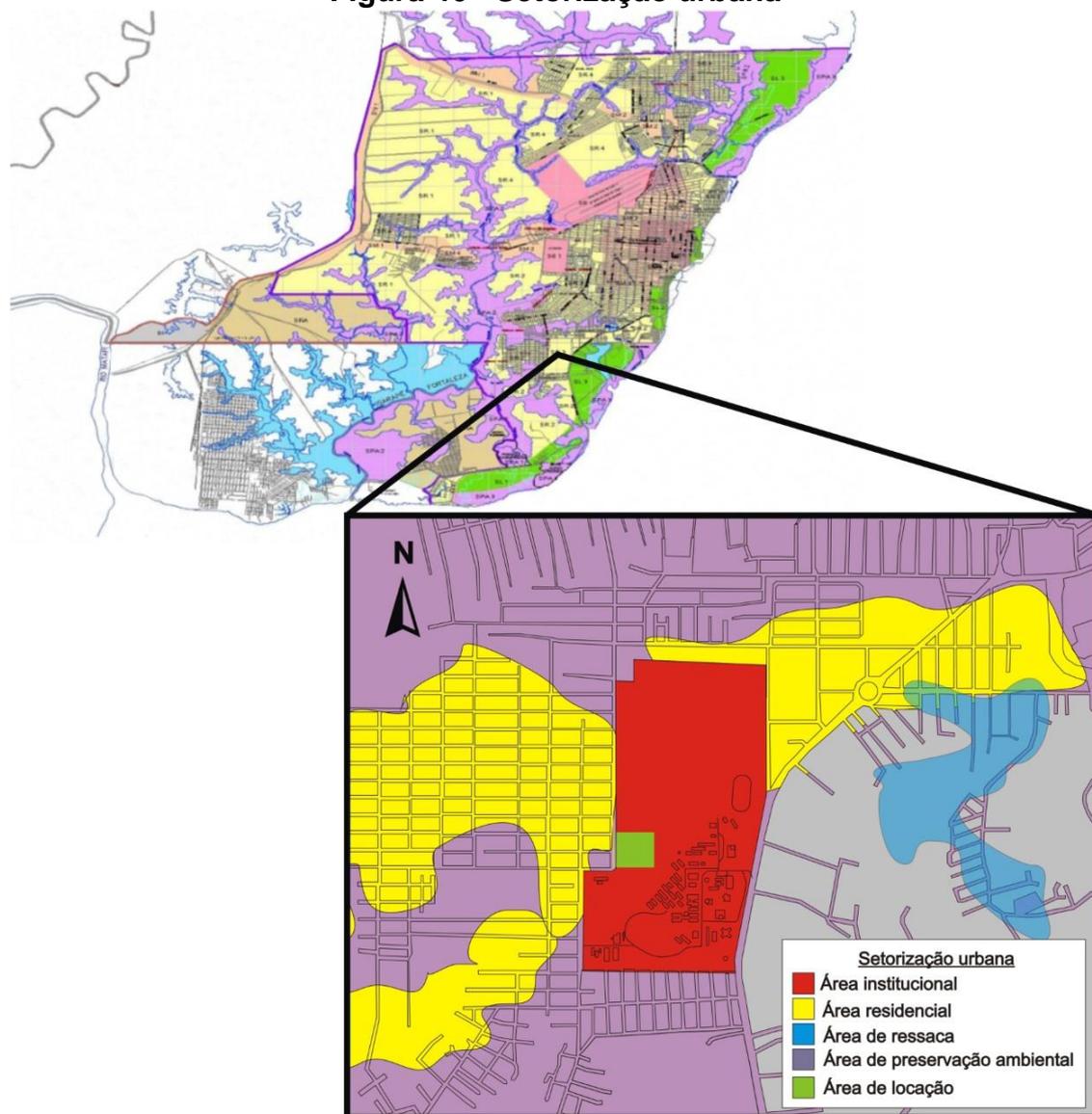


Fonte: Autora.

Para a definição do lote para implantação da residência universitária, foi levada em consideração a inclusão da residência com o *campus*, para que o estudante se sinta parte da universidade e também tenha um fácil acesso aos serviços prestados por ela, além de poder oferecer uma estrutura básica de equipamentos urbanos, comércio e serviços, encontrados nos bairros próximos. O lote mede aproximadamente 65 mil metros quadrados.

Segundo a lei complementar 077/2011 – USO E OCUPAÇÃO DO SOLO DO MUNICÍPIO DE MACAPÁ, a área do terreno encontra-se em localidade institucional, destinada à Universidade Federal do Amapá. A maioria dos *campi* universitários do Brasil possuem seu próprio plano diretor, porém a UNIFAP não possui. Com isso, as leis consideradas serão sobre os bairros do entorno, onde a lei prevê que os bairros em volta encontram-se nos setores residenciais e de preservação (ver figura 46).

Figura 46 - Setorização urbana



Fonte: Lei de uso e ocupação do solo, adequado pela autora.

A área se encontra no setor residencial 3 – SR3, e no setor de proteção ambiental 3 – SPA3.

Segundo os quadros 5 e 6, o terreno se localiza em uma área residencial unifamiliar e multifamiliar, e de atividades comerciais de apoio à moradia, com grande intensidade de ocupação e com valor líquido de 270 habitações por hectare, o que valoriza a área do terreno para o recebimento de uma residência universitária.

Quadro 5 - Uso e atividades dos setores de Macapá-AP

SETOR	DIRETRIZES	USOS PERMITIDOS	OBSERVAÇÕES
Residencial 3 – SR3	Uso residencial; atividades comerciais e de serviços de apoio à moradia com restrição às atividades que causem incômodo à vizinhança	Residencial uni e multifamiliar; comercial e industrial níveis 1 e 2; de serviços níveis 1, 2 e 3	Serviços nível 3 somente clube e estabelecimento de ensino fundamental, médio, técnico e profissionalizante
Proteção ambiental 3 – SPA3	Atividades voltadas para o ecoturismo, lazer, manejo sustentável dos recursos naturais e educação ambiental	Residência uni e multifamiliar, agrícola nível 3	Agrícola nível 3 somente exploração vegetal e pesca.

Fonte: Lei complementar Nº 077/2011.

Quadro 6 - Intensidade de ocupação

Setor	Diretrizes de intensidade de ocupação.
Residencial 3 – SR3	Média de densidade verticalização média e baixa
	Densidade Bruta
	120 hab/hectare
	Densidade Líquida
	270 hab/hectare

Fonte: Lei complementar Nº 077/2011.

Figura 47 - Área residencial em frente ao terreno



Fonte: Autora.

Segundo a lei complementar de 2011, a área residencial 3 tem um parâmetro de ocupação do solo com até 10 pavimentos e com taxa máxima de 80% de ocupação.

Quadro 7 - Ocupação do solo

Setor	Parâmetros de ocupação do solo			
Residencial 3 – SR3	Altura de referência da edificação (max.)	Nº máximo de pavimentos	Taxa de ocupação máxima	Taxa de permeabilidade mínima
	31,70 m (pé direito de 3 m)	10	80%	20%
	Afastamentos mínimos			
	Frontal		Laterais e fundo	
	0,10xH – Vert média		0,10xH – Vert Média	
0,15xH – Vert Baixa		0,15xH – Vert Baixa		

Fonte: Lei complementar Nº 077/2011.

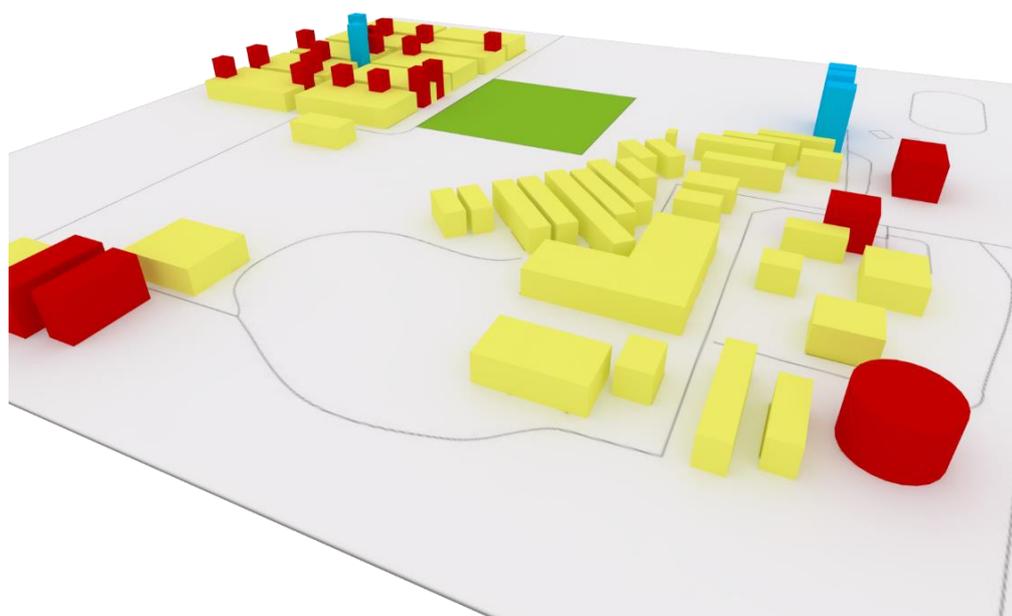
As figuras 48 e 49 dizem respeito aos gabaritos das edificações do entorno, onde podemos constatar que seu entorno é formado, em sua maioria, por edificações de um pavimento, algumas de dois pavimentos e contáveis edificações de três pavimentos. A universidade, em sua maioria, é formada por edificações de um pavimento.

Figura 48 - Mapa de verticalização



Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 49 - Mapa de verticalização



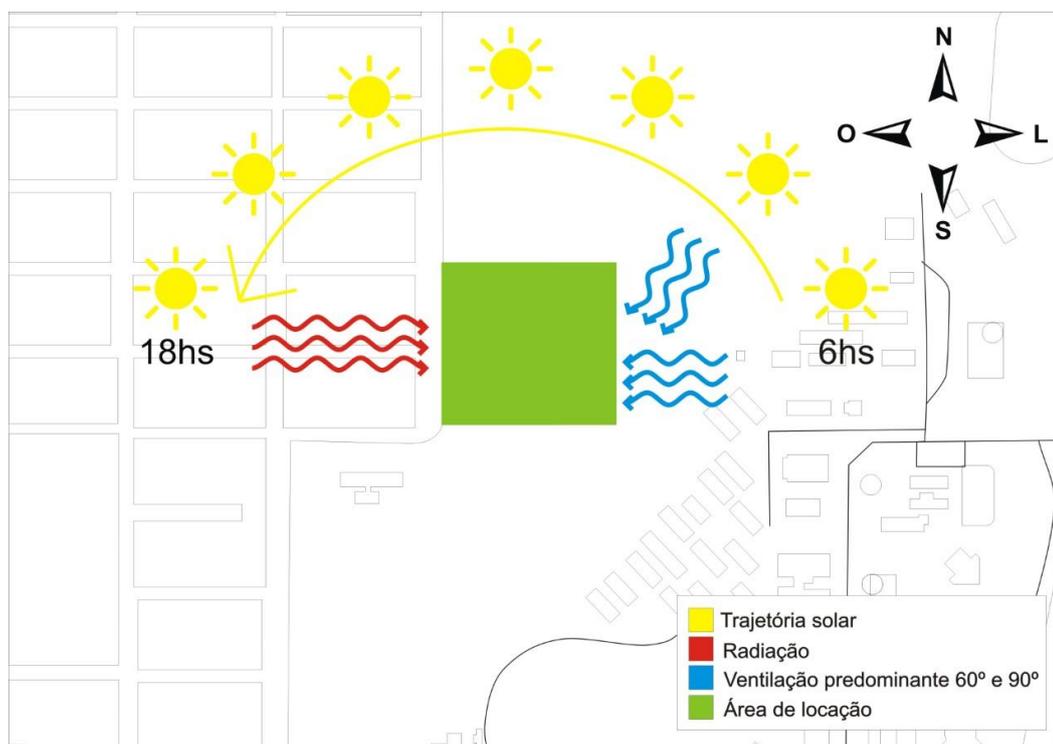
Fonte: Elaborado pela autora.

Como foi visto na climatologia da cidade de Macapá (ver figura 45, p. 63), os ventos predominantes da cidade têm variações entre leste e nordeste, porém nos meses mais quentes temos ventos predominantes vindos do leste.

Com base nessas informações, iremos utilizar a direção de ventos predominantes vindos do leste para estudo do terreno, devido ao fato de serem os meses com maior radiação solar e alta temperatura.

Dessa forma, temos a radiação solar com maior incidência no oeste e os ventos predominantes vindos do leste. É importante implantar os blocos de forma que recebam o máximo de ventilação possível e pensar em alternativas que diminuam a incidência de radiação solar nas edificações.

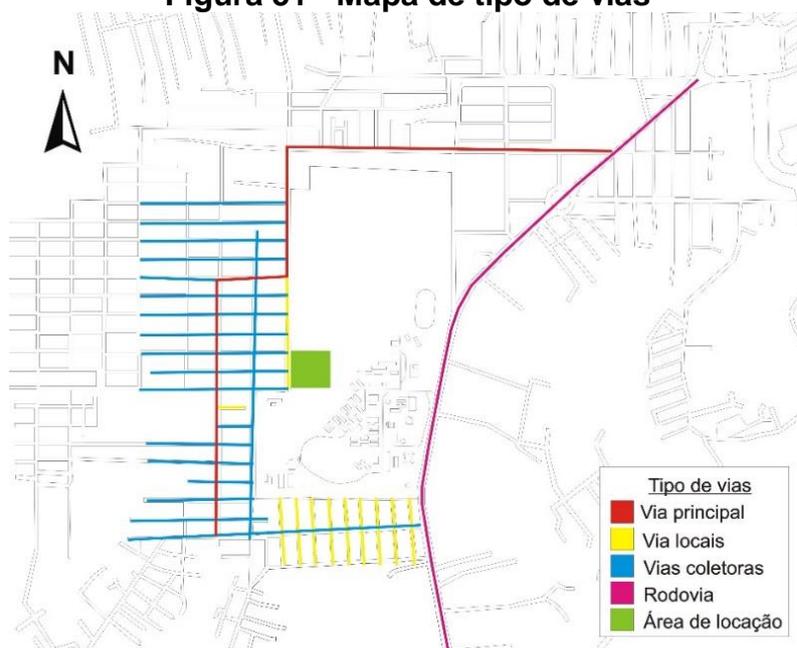
Figura 50 - Mapa de radiação e ventilação



Fonte: Elaborado pela autora.

O terreno se localiza em uma via local de pouco acesso e pouco movimentada, proporcionando um melhor acesso à residência universitária, e está distante do caos urbano, porém contém vias principais e coletoras em suas proximidades, sendo de duplo sentido todas as vias encontradas em volta do terreno (ver figura 51).

Figura 51 - Mapa de tipo de vias



Fonte: Elaborado pela autora.

Como os bairros em volta do *campus* Marco Zero estão praticamente consolidados, as vias de acesso ao terreno encontram-se em seu maior número pavimentadas com asfalto, havendo poucas vias sem pavimentação, e algumas recém pavimentadas com bloquetes.

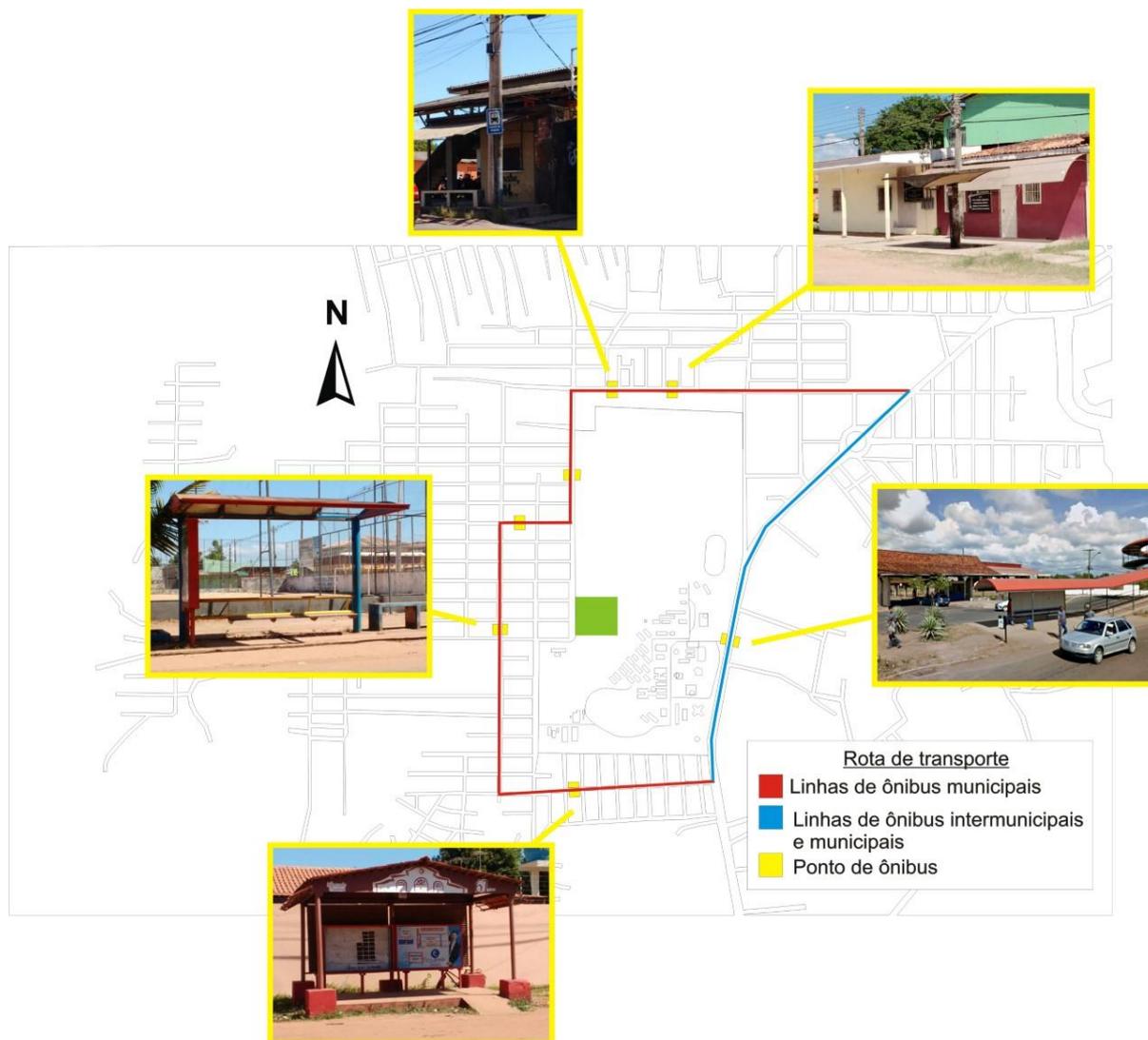
Figura 52 - Mapa de condições de vias



Fonte: Elaborado pela autora.

O acesso de ônibus ao lote não ocorre de maneira direta, mas é possível mapear diversos pontos de ônibus existentes nos bairros do entorno. Existem 14 pontos de ônibus espalhados no entorno do terreno que atendem linhas municipais e intermunicipais. 19 linhas de ônibus municipais e 2 intermunicipais passam pela rodovia JK, e 18 linhas municipais percorrem os bairros situados em volta do *campus* Marco Zero.

Figura 53 - Mapa de rota de transporte e ponto de ônibus



Fonte: Elaborado pela autora.

Em relação aos equipamentos urbanos presentes nos bairros em volta do *campus* Marco Zero, pode-se perceber uma grande diversidade de serviços além dos serviços de restaurantes, banco, entre outros, prestados dentro da universidade.

Apesar de os bairros ao redor pertencerem ao setor residencial, as atividades de serviços de apoio aos moradores são bem visíveis. Os tipos de residências mistas funcionando como moradia e comércio são a tipologia mais encontrada nos bairros. Além desses serviços, há serviços de banco, unidades básicas de saúde, comércio, farmácia, entre outros.

Figura 54 - Equipamentos urbanos



Fonte: Elaborado pela autora.

A cidade de Macapá atualmente tem em sua totalidade 36.470.392 m de áreas de ressaca e isso corresponde a 20% do perímetro urbano da cidade (TAVARES, 2014). A área de preservação presente na setorização dos bairros em volta do terreno está entre as áreas de ressaca que existem em Macapá, o que influencia diretamente na umidificação dos ambientes em volta. A maioria dessas áreas presentes no entorno estão sendo habitadas de forma irregular, e grande parte delas já foram aterradas (ver figura 50, p. 79).

Figura 55 - Mapa de ressacas no entorno da universidade



Fonte: SEMA, 2008 (adaptado pela autora).

4.2 PROGRAMA DE NECESSIDADE E PRÉ DIMENSIONAMENTO

O programa de necessidade resultou do interesse de criar uma residência universitária que atendesse não somente a alunos que atualmente usufruem da bolsa moradia, cedida pela universidade, mas também a alunos vindos de outros estados ou municípios que pretendem se alojar no local, além de atender a professores e alunos vindos de fora que se hospedarão por um curto período de tempo na residência.

A residência universitária do *campus* Marco Zero foi planejada para abrigar 280 alunos, de sexo masculino e feminino, que irão residir durante seu período de curso, e 16 alunos e professores que vão residir em curta estadia nos blocos transitórios. A residência é composta por 4 blocos divididos em: administrativo, habitacional, social e serviço.

A residência disponibiliza 60 habitações que foram divididas em 20 blocos, onde cada bloco agrupa 3 residências, sendo uma com 3 dormitórios e duas com 2 dormitórios; cada habitação terá sala, cozinha e área de serviço. Cada bloco possui um dormitório que será adaptável para deficientes físicos, dessa forma, ajudando na interação do portador de necessidades com os estudantes da residência.

A residência também terá um grande parque central, que servirá tanto para os alunos quanto para a população dos bairros em volta. Em volta do parque, serão

distribuídas pequenas malocas para a área como forma de lazer para os estudantes (ver quadro 7, p. 80).

Quadro 8 - Programa de necessidades
Programa de necessidade da residência universitária

Setor	Ambiente	Quantidade	Área por unidade (m²)	Bloco
Administrativo	Recepção	1	30m ²	Administrativo
	Secretaria	1	25m ²	Administrativo
	Diretoria	1	9m ²	Administrativo
	Lavabo	5	2,5m ²	Administrativo
Habitacional	Dormitório	142	10m ²	Masc./Fem.
	Dormitório adaptável	20	15m ²	Masc./Fem.
	Dormitório transitório	16	7,5m ²	Transitório Masc./Fem.
	Sala/Copa/Cozinha	20	60m ²	Masc./Fem.
	Sala/Copa/Cozinha Transitório	2	30m ²	Transitório Masc./Fem.
	Banheiro	144	4,5m ²	Masc./Fem.
	Banheiro transitório	4	20m ²	Transitório Masc./Fem.
	Lavabo	20	2,5m ²	Masc./Fem.
	Lavanderia	20	9m ²	Masc./Fem.
Social	Salas de estudos	40	15m ²	Masc./Fem.
	Área de lazer	8	100m ²	Convívio
	Parque	1	1000m ²	Convívio
Serviço	Estacionamento	2	100m ²	Convívio
	Depósito	1	30m ²	Serviço
	Área de descanso	1	9m ²	Serviço
	Copa	1	9m ²	Serviço

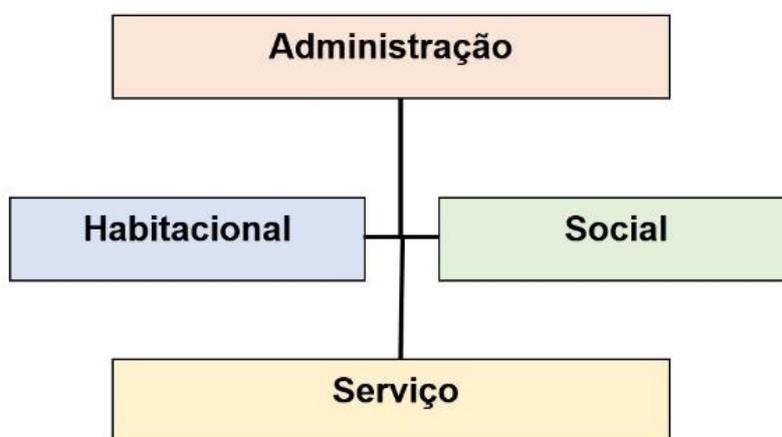
	Banheiro	2	6m ²	Serviço
--	----------	---	-----------------	---------

Fonte: Elaborado pela autora.

4.3 ORGANOGRAMA E FLUXOGRAMA

A importância do organograma se dá devido à compreensão da hierarquia dos setores propostos e a ligação entre eles.

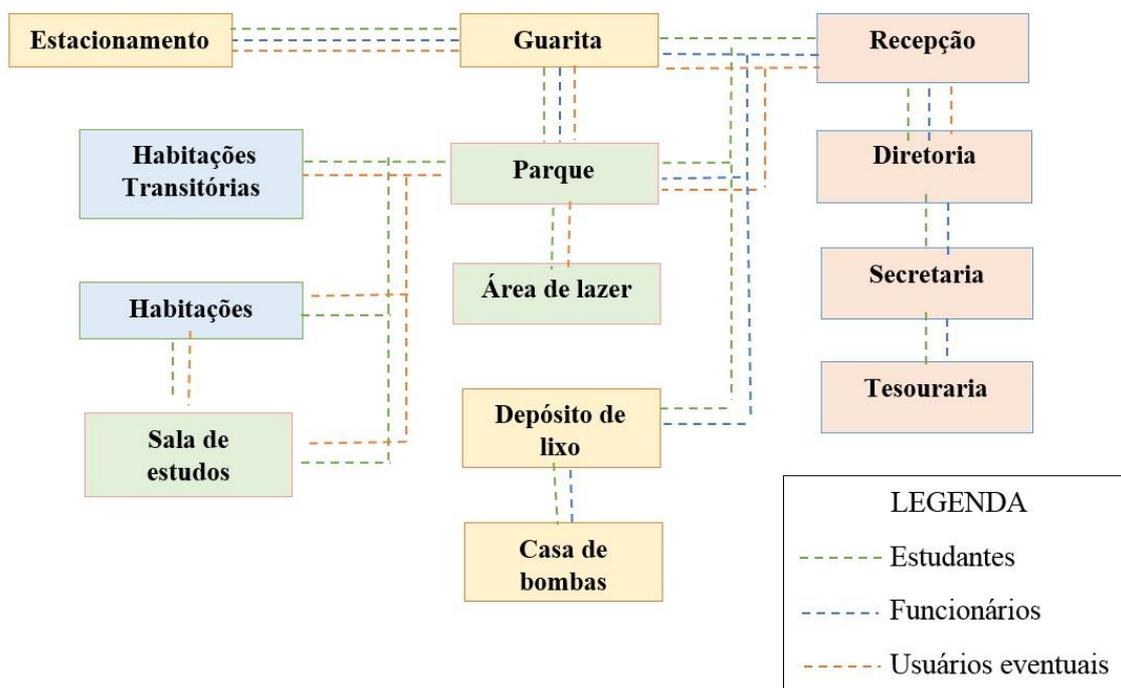
Diagrama 1 - Organograma da residência universitária



Fonte: Elaborado pela autora.

Para elaboração do projeto, é importante entender o fluxo e os usuários da edificação. O conhecimento a respeito dos fluxos tem importância nas decisões a serem tomadas em relação aos acessos e à circulação.

Diagrama 2 - Fluxograma da residência universitária



Fonte: Elaborado pela autora.

4.4 REFERÊNCIAS ARQUITETÔNICAS

Este anteprojeto tem como objetivo buscar soluções adequadas em arquitetura bioclimática na cidade de Macapá; assim, se faz necessário um conhecimento a respeito da tipologia arquitetônica adotada. Portanto, foi feito um estudo de repertório e uma pesquisa de referências projetuais que subsidiaram a proposta, em que foram usadas como base as obras dos arquitetos Milton Monte, Severiano Porto e Oswaldo Bratke.

Milton Monte foi um arquiteto que alcançou grande importância no âmbito da arquitetura vernácula. Monte sempre buscava em suas obras incorporar aspectos da cultura local, além de utilizar materiais encontrados em abundância na região, como palha, cipós, troncos de palmeira, cerâmica vermelha e madeira. Outra preocupação recorrente nas obras de Monte era movimentar a economia e a mão de obra local, aproveitando a experiência de marceneiros, carpinteiros e pedreiros da região (SARQUIS, 2011).

Uma de suas obras mais marcantes é o Interpass Club em Mosqueiro (PA). Trata-se de um clube recreativo, cujo elemento característico é a estrutura do telhado, que representa um pássaro às margens de um rio. A estrutura é toda em madeira e, para

sustentá-la, foi projetado um complexo sistema de peças duplas, treliças e tesouras (SARQUIS, 2011).

Figura 56 - Interpass Club em Mosqueiro (PA)



Fonte: www.portal.ufpa.br.

A arquitetura de Monte tem como característica fundamental os beirais quebrados, possibilitando que as janelas pudessem permanecer abertas mesmo com chuva, e também sendo protegidas contra a insolação excessiva.

Severiano Porto foi um dos primeiros arquitetos a trabalhar na Amazônia e ficou conhecido como o *arquiteto da floresta*, em referência a muitas de suas obras nesse lugar. Porto teve uma formação acadêmica essencialmente modernista e, ao chegar na Amazônia, passou a desenvolver conhecimentos na arquitetura bioclimática e vernácula, de forma a ser adaptável às necessidades da região e da cultura local (FAVILLA, 2003).

Uma de suas obras mais conhecidas é o *campus* da Universidade do Amazonas, de 1980. A tipologia básica do *campus* é por sistema pavilhonar, blocos de salas de aula interligados por passarelas cobertas. Em vista do clima quente e úmido característico da região amazônica, foram adotadas algumas estratégias construtivas para garantir o conforto térmico, como cobertura independente do edifício, para que se tenha uma camada de ar ventilada, evitando que o calor da cobertura irradie para dentro das edificações. Além disso, as janelas foram pensadas de forma a promoverem ventilação constante. É priorizado também o uso de elementos vazados, como cobogós, para a melhor circulação dos ventos. Outra preocupação de Porto é a proximidade dos blocos do *campus* com a

vegetação de grande porte, para bloqueio acústico e proteção contra incidência solar (FAVILLA, 2003).

Figura 57 - Campus da Universidade do Amazonas



Fonte: www.archdaily.com.br.

As obras do arquiteto Oswaldo Bratke também foram de grande influência neste anteprojeto. A Vila Serra do Navio, no Amapá, foi um de seus trabalhos mais conhecidos, além de ter se tornado um marco na arquitetura amazônica. Bratke projetou uma vila no meio da selva, levando sempre em consideração os aspectos climáticos e culturais (RIBEIRO, 1992).

As casas da vila, em sua maioria, possuem estrutura em madeiras facilmente encontradas na região, como a sucupira, maçaranduba, andiroba e louro. As residências possuem uma tipologia arquitetônica mais formalista, com traços do modernismo, entretanto Bratke se ateu às condicionantes de conforto térmico em seu projeto; assim, as soluções adotadas buscam uma melhor adaptação da tipologia arquitetônica ao clima da região.

Dessa forma, foram utilizados beirais largos, esquadrias em veneziana, e também elementos vazados como cobogós e brises. Bratke, assim como Severiano Porto, tinha a preocupação de ter um colchão de ar entre o telhado e o forro, para melhorar o conforto térmico nos ambientes, além de sistemas de ventilação cruzada (RIBEIRO, 1992).

Figura 58 - Veneziana em residência na Vila Serra do Navio



Fonte: www.archdaily.com.br.

Figura 59 - Edificação na Vila Serra do Navio



Fonte: www.archdaily.com.br

Para o projeto do alojamento, foram levadas em consideração todas as diretrizes projetuais utilizadas pelos arquitetos citados acima, a proximidade com a vegetação de grande porte, para a proteção contra a incidência solar. Também serão utilizados elementos como cobertura ventilada e elementos vazados que proporcionam uma divisão de ambientes sem influenciar na ventilação. A ventilação cruzada é uma das questões abordadas; análises do clima, cultura e estudos sociais são questões que proporcionam um projeto pensado para a região e para quem vai utilizá-lo.

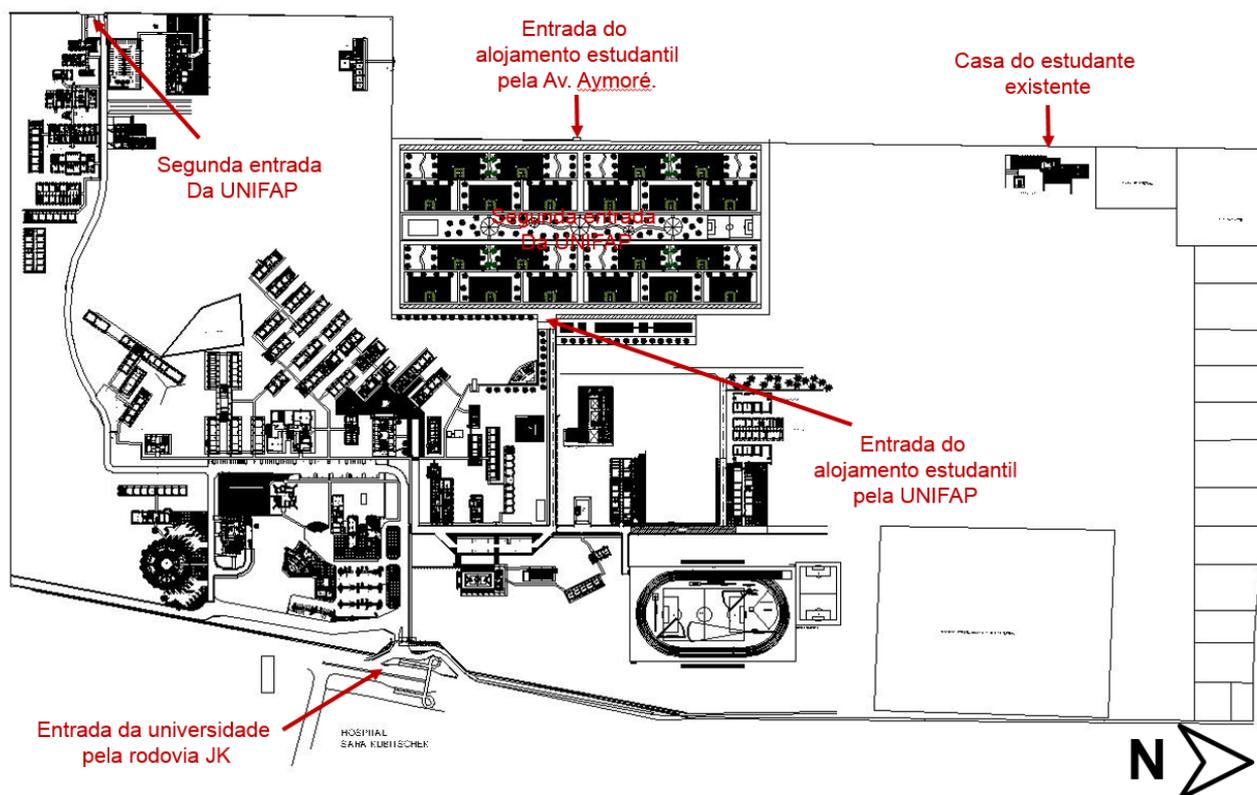
4.5 PARTIDO ARQUITETÔNICO

O projeto do alojamento estudantil do *campus* Marco Zero tem como objetivo propor uma forma de moradia respeitando o ambiente e o clima da cidade de Macapá, podendo, dessa forma, trazer um conforto ambiental para os habitantes da residência. Além disso, traz uma proposta de alojamento que proporciona o sentimento de intimidade para os estudantes.

Segundo Liz Pride, 2014, devemos propor, nesse tipo de residência, unidades com identidade e diversidade, para que o aluno se sinta parte do local, procurando evitar grandes corredores, blocos repetitivos e tipologia de hotel, com isso evitando o estilo de instituição.

No que diz respeito aos aspectos urbanos, a implantação da proposta do alojamento estabelece uma ligação com a universidade, onde os moradores podem ter acesso tanto pela universidade quanto pela Av. Aymoré.

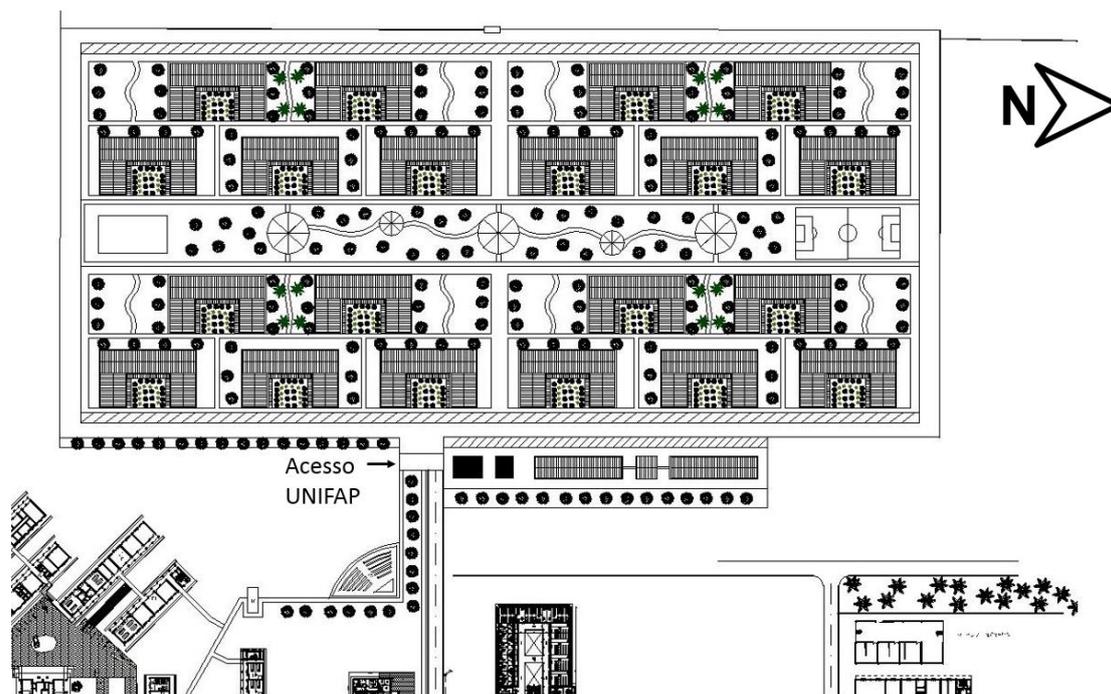
Figura 60 - Localização do alojamento



Fonte: Elaborado pela autora.

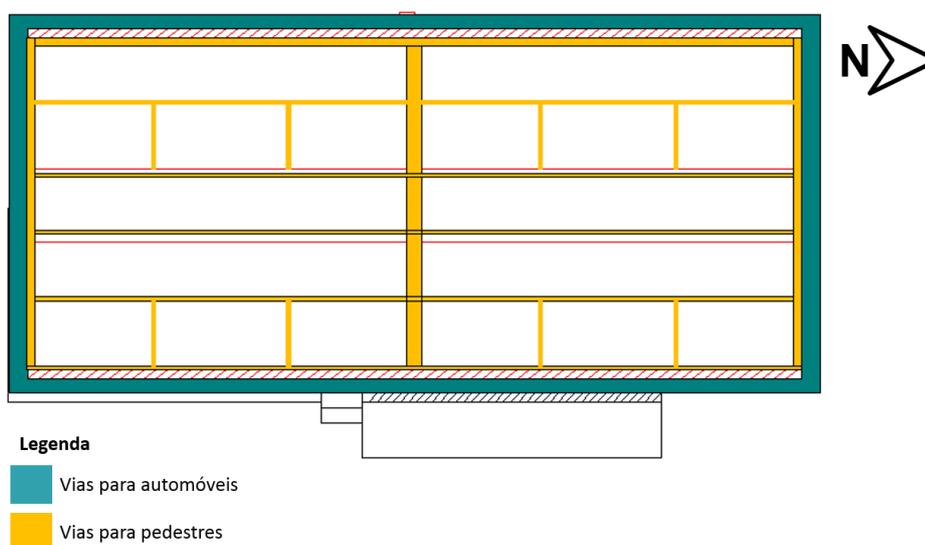
Os blocos foram dispostos de forma alternada na implantação, de modo a permitir que a ventilação alcance todos os blocos (Ver figura 61). O alojamento é formado basicamente por vias para pedestres, tendo apenas quatro vias para automóvel. O acesso às residências só é possível através de vias de pedestres (Ver figura 62).

Figura 61 - Locação do alojamento



Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 62 – Mapa de vias do alojamento



Fonte: Elaborado pela autora.

A vegetação é importante para climas quente e úmido e está presente em aproximadamente 50% de área do alojamento. A vegetação pode interceptar entre 60 a 90% da radiação, causando uma redução na temperatura da superfície do solo. Isso ocorre porque o vegetal absorve parte da radiação solar para seu metabolismo. A parcela de calor que a árvore transmite para o solo é bem menor se comparada à que vem do céu (LAMBERT, PEREIRA e DUTRA, 2014).

Com isso, foi disposto no centro do alojamento um parque linear que o atravessa, além de pequenas áreas verdes em torno dos blocos. A maioria das árvores possuem copa alta, para que não sirvam de obstáculo para o alcance da ventilação nas residências.

Figura 63 – Perspectiva da implantação do alojamento

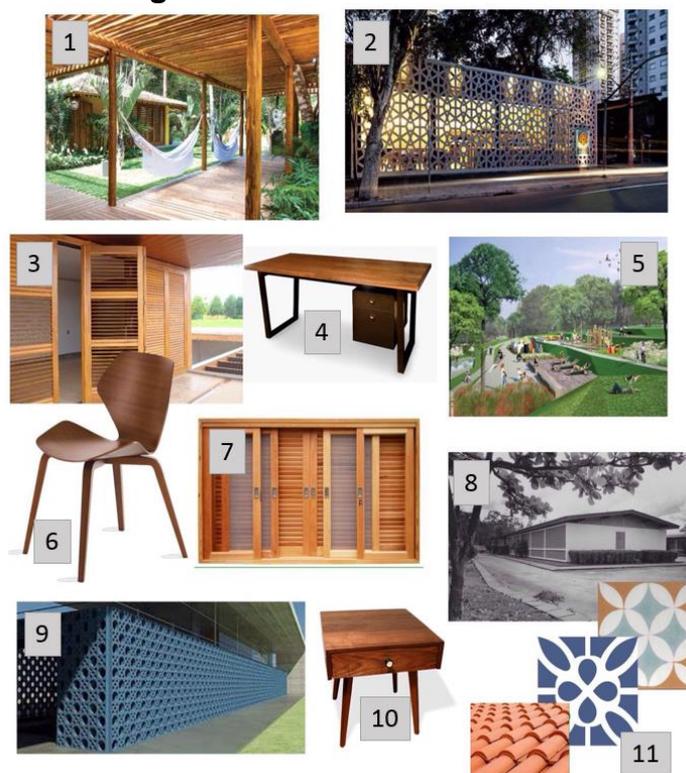


Fonte: Elaborado pela autora.

4.5.1 Prancha semântica

Para melhor organização das ideias e definição de um foco para o projeto, foi criada uma prancha semântica, também chamada de *mood board*, que serve como guia, juntando todos os elementos que podem ser empregados na proposta, permitindo substituir as palavras-chave do projeto por elementos e imagens de referência escolhidos. Dessa forma, pode-se construir um possível cenário para o projeto.

Figura 64 - Prancha semântica



Fonte: br.pinterest.com

Madeira, cobogó e telha de barro serão os elementos mais utilizados na idealização da residência estudantil. A madeira, além de leve e de fácil manuseio, é um material facilmente encontrado na região e traz regionalidade ao projeto, que prevê esquadrias de madeira com venezianas, móveis regionais e elementos estruturais para a residência.

Dependendo da forma que for usado, o cobogó pode ser um elemento bastante favorável para a qualidade ambiental, pois ajuda a ventilar áreas internas e a controlar o fluxo do ar, faz uma divisão física entre os ambientes sem comprometer a ventilação natural e o aproveitamento de iluminação, oferece simultaneamente privacidade e integração com o ambiente externo (LAMBERT, PEREIRA e DUTRA, 2014), além de trazer um estilo próprio para a residência. Ele é utilizado no projeto em diversas paredes vazadas e em algumas divisórias onde não precisamos de vedação total nas paredes.

A telha de barro, além de ser a cobertura recomendada para a zona 8, segundo a NBR 15220-3, tem um ótimo isolamento termo acústico, além de trazer uma rusticidade para o projeto.

Áreas verdes, jardins e parques melhoram a qualidade do ar e a qualidade ambiental, além de filtrar a ventilação em volta; dependendo da forma que for usada, pode servir como direcionamento da ventilação e impedir que uma grande carga de insolação chegue às residências. Uma superfície gramada ou arborizada exposta ao sol consome uma parte do calor recebido para realizar a fotossíntese, a outra parte é absorvida para a evaporação da água, refrescando os ambientes em volta (LAMBERT, PEREIRA e DUTRA, 2014). Além disso, traz uma identidade para o projeto e promove espaços de convivência e lazer.

4.5.2 Unidades habitacionais

Para evitar os grandes corredores e a tipologia institucional, foi vista a necessidade de agrupar alguns alunos em residências e de distribuir equipamentos necessários nestas, assim conseguimos torná-las responsáveis dos alunos moradores de cada bloco.

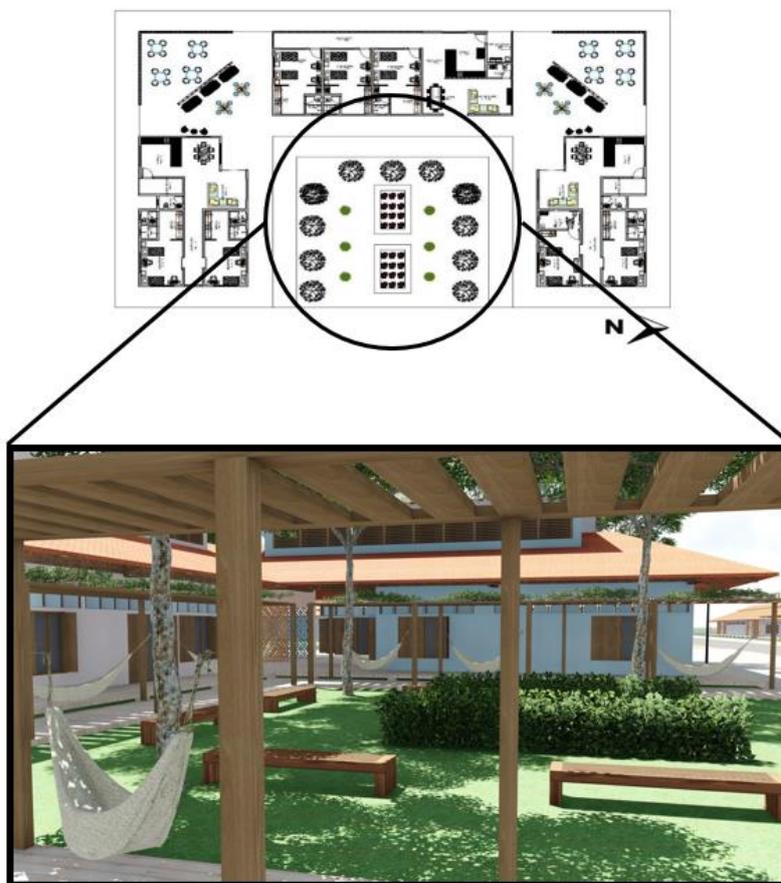
Com isso, foram agrupadas três residências em um bloco com formato em U, tendo como elemento central uma área de convívio com locais para cultivo de plantas, nomeado pátio comunitário, que será de responsabilidade do aluno morador do bloco. Entre a residência e o pátio comunitário, há um redário, que além de ser cultural da região, serve como uma ótima área para descanso e leitura (ver figura 66 e 67 e apêndice 2).

Figura 66 – Planta baixa do bloco habitacional



Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 67 – Área de convívio.



Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 68 - Perspectiva do bloco habitacional



Fonte: MONTEIR adaptado por D'JORGE 2016.

O formato do bloco em U tem o objetivo de “acolher” a ventilação predominante e distribuí-la no bloco, para que todas as áreas internas sejam beneficiadas. Já na parte central do bloco, foi pensado um jardim com árvores de copas altas e áreas de convívio, com isso melhorando a qualidade do ar e a temperatura.

Figura 68 - Perspectiva do bloco habitacional



Fonte: Elaborado pela autora.

Jardins com árvores de copas altas melhoram a qualidade ambiental, pois as árvores sombreiam o sol indesejável do verão e facilitam o acesso do vento às residências, além de serem utilizadas como um direcionamento do vento (LAMBERT, PEREIRA e DUTRA, 2014).

Figura 69 - Perspectiva do bloco habitacional



Fonte: Elaborado pela autora.

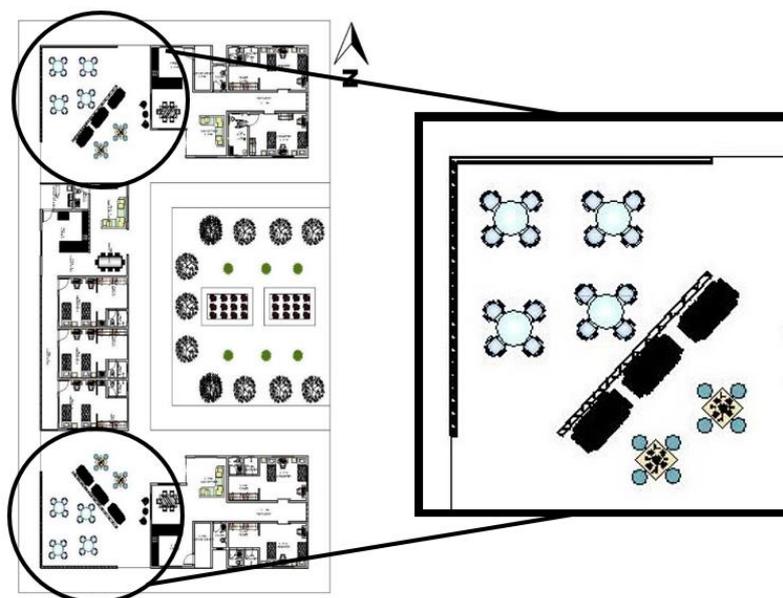
Figura 70 - Perspectiva do bloco habitacional



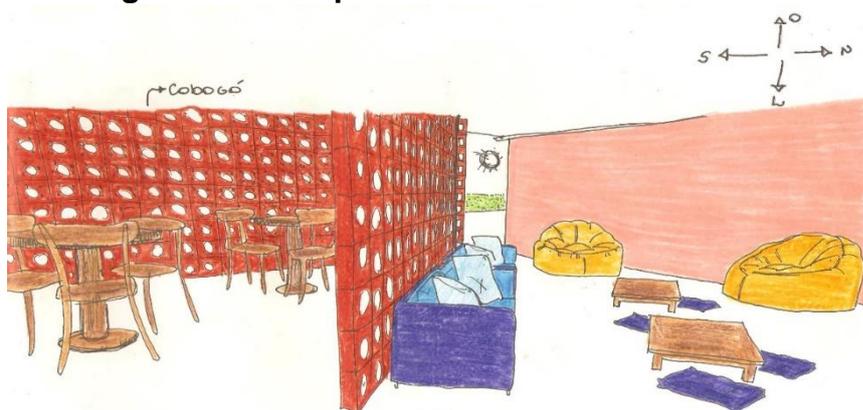
Fonte: Elaborado pela autora

Nas extremidades do bloco, ao fundo temos duas salas de estudo, com divisórias em cobogó, disponibilizando 8 mesas e dois espaços pequenos para convivência. As duas salas acomodam 24 alunos.

Figura 71 – Demarcação das salas de estudo.



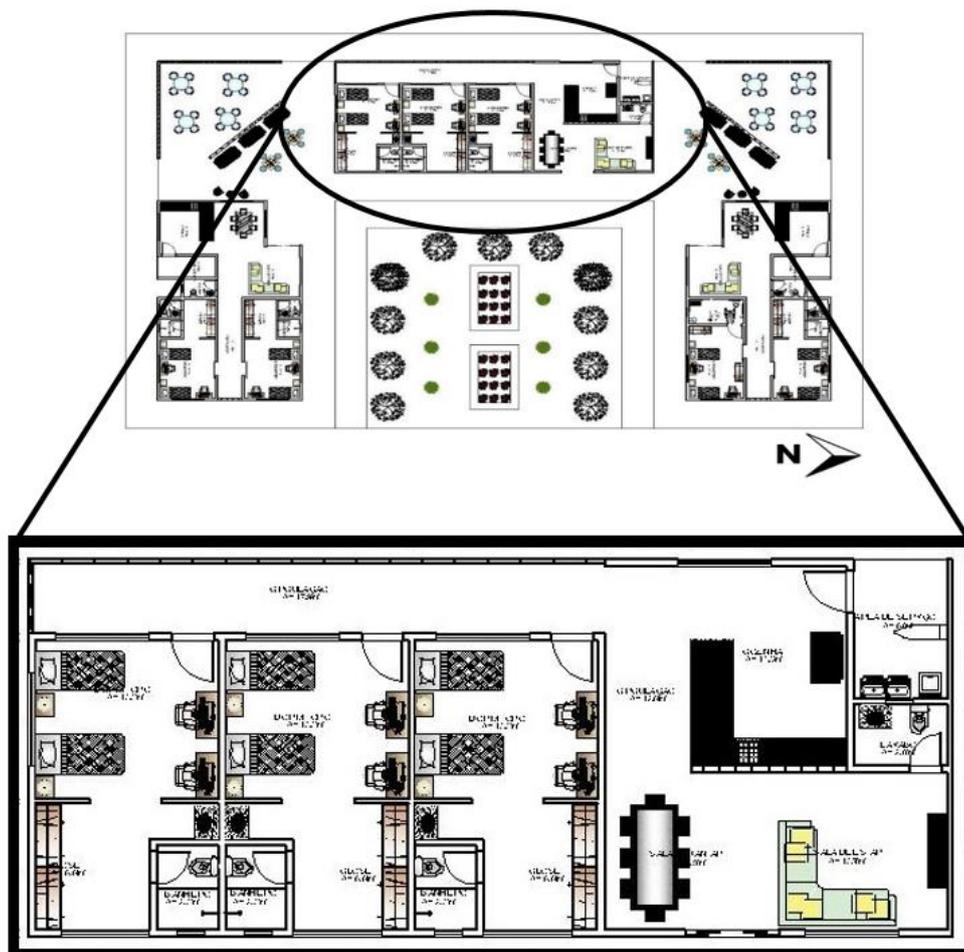
Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 72 - Perspectiva da sala de estudos

Fonte: MONTEIRO adaptado por D'JORGE, 2016.

A residência 01, com acomodações para seis alunos, possui três dormitórios, cada um contendo 13 m², com duas camas, duas escrivaninhas, dois armários e banheiro com uma área externa para pia, pois Liz Pride (2015) afirma que, quando se tem duas pessoas desconhecidas dividindo o mesmo quarto, é importante dividir os acessos aos elementos de lavabo para que não ocorra transtorno no momento do uso. Além dos dormitórios, a residência possui uma cozinha com divisórias em cobogó, uma área de serviço, lavabo e uma sala de estar integrada com a sala de jantar (ver figura 73, p.99) (Apêndice 2).

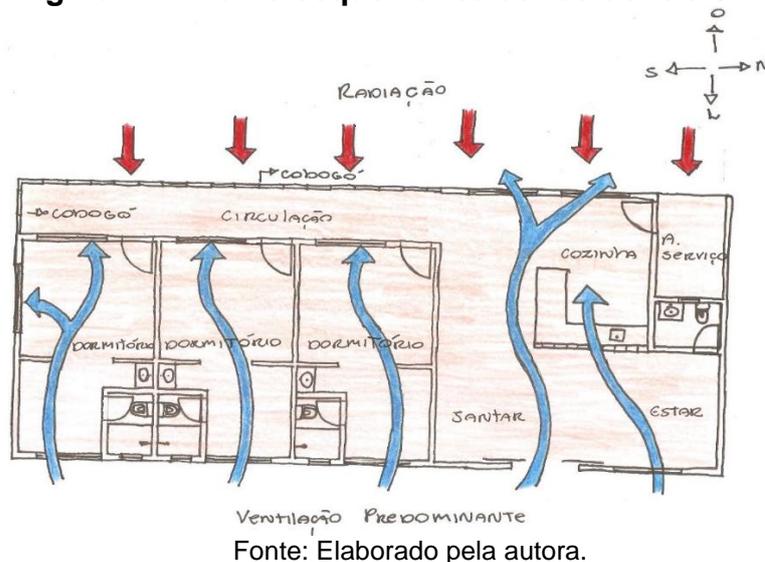
Figura 73 - Planta residência 01.



Fonte: Elaborado pela autora.

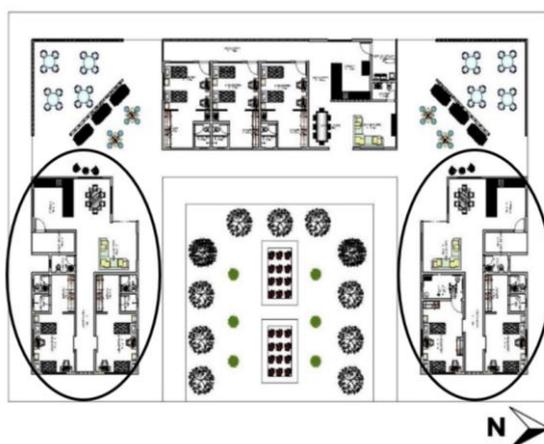
Os dormitórios, sala de estar e sala de jantar estão direcionados para o leste, onde nos meses mais quentes recebem a ventilação predominante. Nos dormitórios, foram feitas aberturas na fachada principal, além de aberturas para um corredor direcionado para o oeste, que facilmente recebem a radiação solar mais intensa. As áreas molhadas, como cozinha e área de serviços, também estão posicionadas para a área oeste. A escolha de uma parede vazada com cobogós como divisória da sala com a cozinha foi utilizada com o objetivo de aproveitar a ventilação vinda das aberturas da sala de estar e de jantar

Figura 74 - Planta esquemática da residência 01.



Nas laterais dos blocos, estão posicionadas duas residências, cada uma com acomodações para quatro alunos (ver figura 75). Os dormitórios dessa residência possuem a mesma quantidade de mobiliários presentes na residência 01, medindo 14 m² cada dormitório. A residência 02 possui dois dormitórios com lavabo separado da área de banho, devido aos transtornos no momento do uso (ver figura 76, p. 101), já a residência 03 possui apenas um dos dormitórios possui essa disposição, o outro dormitório está adaptado com um banheiro para portadores de necessidades (ver figura 77, p.101), isso ocorre para trazer uma real integração dessas pessoas com o restante do alojamento, e não isola-los. (Apêndice 02).

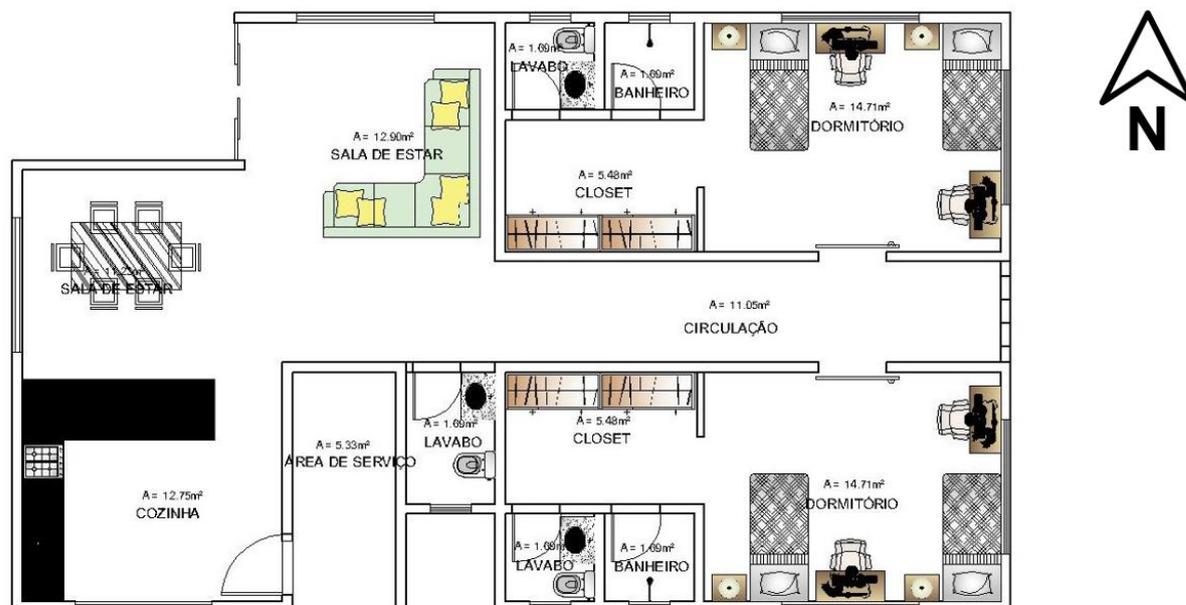
Figura 75 – Demarcação das residências 02 e 03.



Fonte: Elaborado pela autora.

O restante da residência segue a mesma quantidade de elementos comunitários, sala de estar, sala de jantar, cozinha, área de serviço e lavabo, todos dispostos próximos um ao outro, porém de forma reduzida.

Figura 76 – Residência 02.



Fonte: Elaborado pela autora.

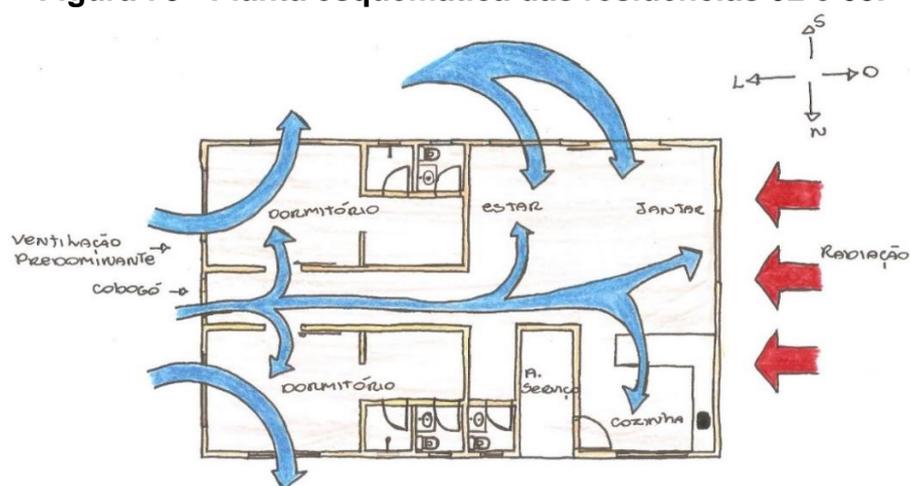
Figura 77 – Residência 03.



Fonte: Elaborado pela autora.

Os dormitórios da residência 02 e 03 estão posicionados nas extremidades lestes, com aberturas nas fachadas leste, norte e sul. Um pequeno corredor com uma parede vazada liga os dois dormitórios, além de servir como direcionamento para a ventilação. Sala de jantar e de estar recebem ventilação vinda do corredor e da área de convívio central do bloco. Ambientes como cozinha, área de serviço e lavabo estão locados em áreas mais privadas, porém se beneficiam da ventilação distribuída pela residência.

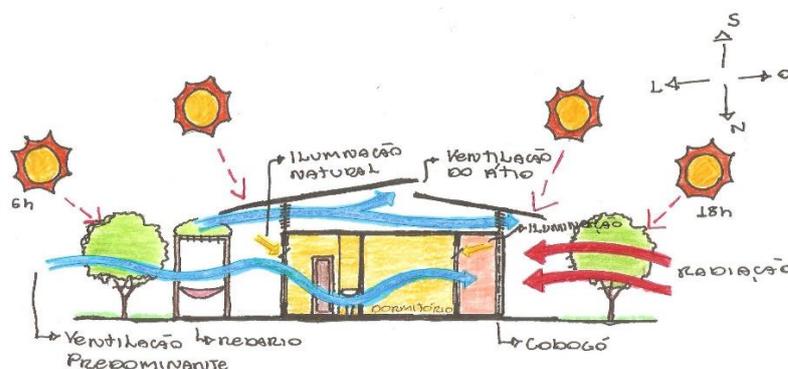
Figura 78 - Planta esquemática das residências 02 e 03.



Fonte: Elaborado pela autora.

Quanto ao tipo de cobertura para todos os blocos, foi pensado em ventilação do ático, com aberturas entre o forro e a cobertura, pois segundo Lambert et al. (2014), o ar quente se acumula nas partes mais elevadas do interior da edificação, então as aberturas ajudam a dispersar esse ar.

Figura 79 - Corte esquemático

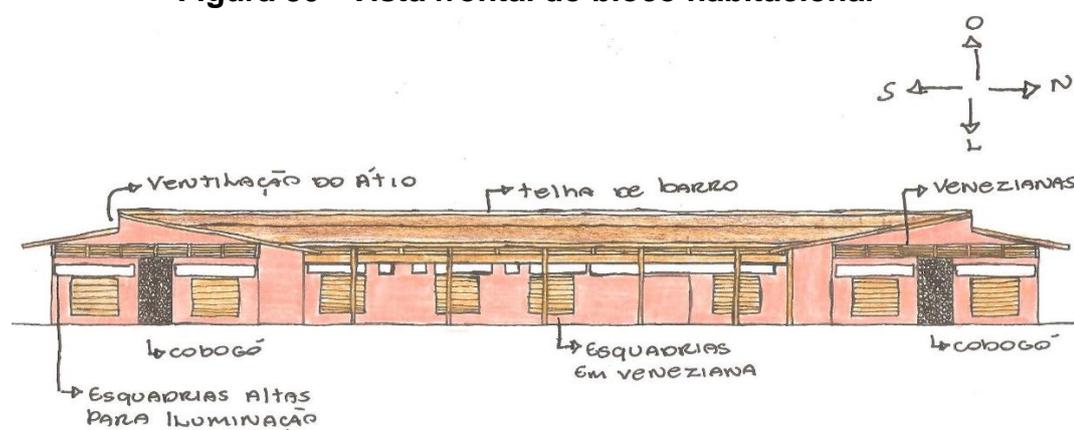


Fonte: Elaborado pela autora.

A casa é composta por grandes aberturas de 2 metros de largura, em sua maioria em direção à ventilação predominante vinda do leste. Cada dormitório possui duas janelas para o fluxo de ar atravessar o ambiente com ventilação cruzada.

Também foram pensadas para a residência aberturas altas, como balancins, para entrada de iluminação, devido ao fato de as janelas mais baixas serem mais utilizadas para contato visual e ventilação, enquanto as aberturas altas ajudam na iluminação do ambiente.

Figura 80 - Vista frontal do bloco habitacional

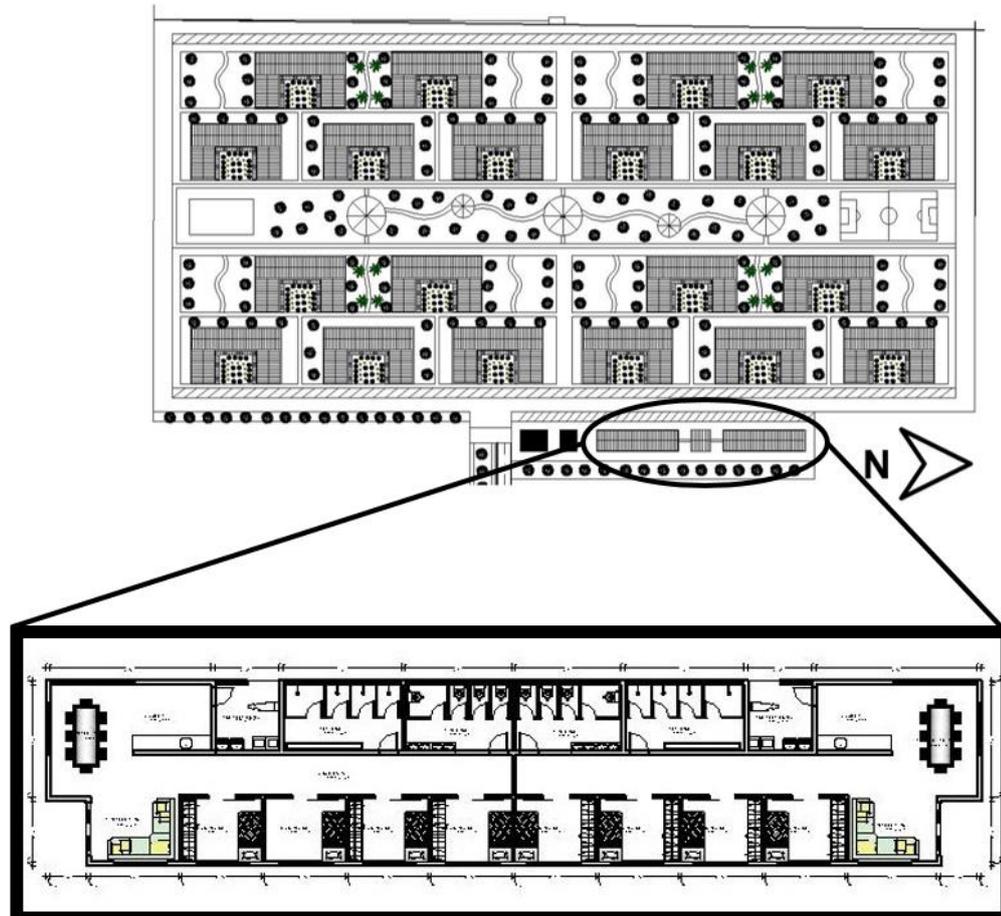


Fonte: Elaborado pela autora.

4.5.3 Blocos transitórios

Os blocos transitórios são para alunos e professores que estão de passagem pela universidade e irão se hospedar na residência universitária por curta estadia. Para essas pessoas, foram pensados blocos com dormitórios pequenos, contendo um beliche e dois armários. Já os cômodos externos, como cozinha, vestiários, sala de estar e de jantar, são compartilhados. Cada bloco se divide entre masculino e feminino, acomodando no total 16 pessoas, duas por dormitório. Entre os blocos transitórios foi pensado em uma pequena área de estudos, sem divisórias e paredes, só cobertura e algumas mesas. (ver figura 81, p. 104) (Apêndice 3).

Figura 81 - Demarcação do bloco transitório



Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 82 - Perspectiva do bloco transitório



Fonte: Elaborado pela autora.

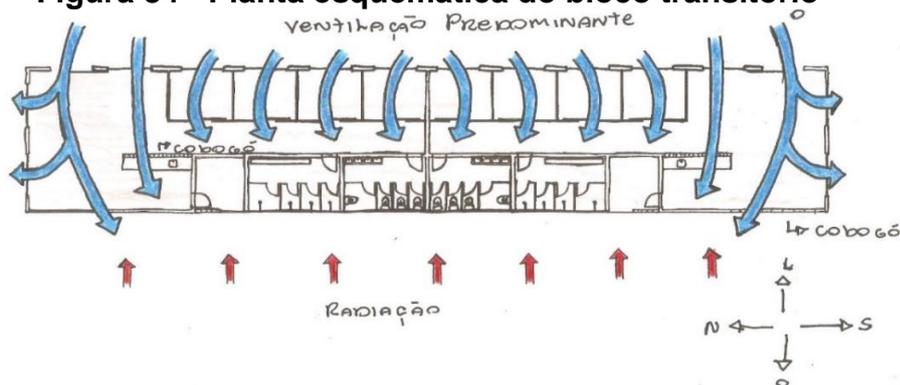
Figura 83 - Perspectiva da área de estudos entre os blocos transitório



Fonte: Elaborado pela autora.

Os dormitórios foram dispostos em direção à ventilação predominante, agrupando vestiários, cozinha e área de serviço em direção à radiação mais intensa. Quanto às diretrizes construtivas, foram seguidas de forma igual à do bloco habitacional, com cobertura em telha de barro, ventilação do átio, grandes esquadrias e aberturas para iluminação, seguindo todas as diretrizes projetuais.

Figura 84 - Planta esquemática do bloco transitório



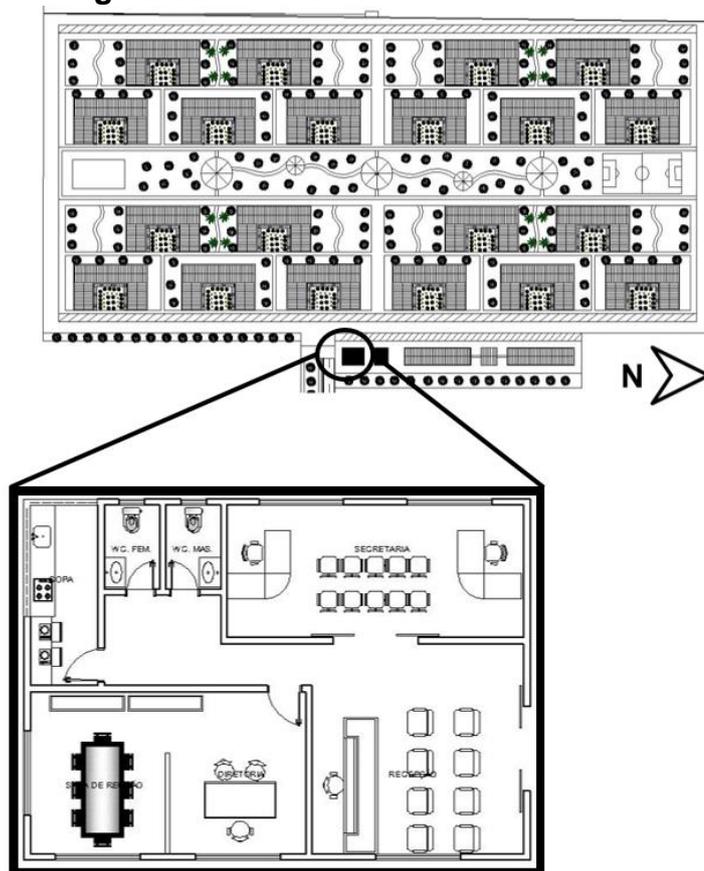
Fonte: Elaborado pela autora.

4.5.4 Blocos administrativos

O bloco administrativo se localiza na entrada do alojamento, o bloco tem como necessidade agrupar e atender aos fatores de gerencia do alojamento, nele distribuímos

recepção, secretaria, diretoria, sala de reunião, uma copa e um banheiro masculino e feminino. Assim como o restante do alojamento, o bloco administrativo dispõe de elementos arquitetônicos como cobogós, grandes aberturas, entre outros (Apêndice 4).

Figura 85 - Bloco administrativo



Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 86 - Perspectiva do bloco administrativo

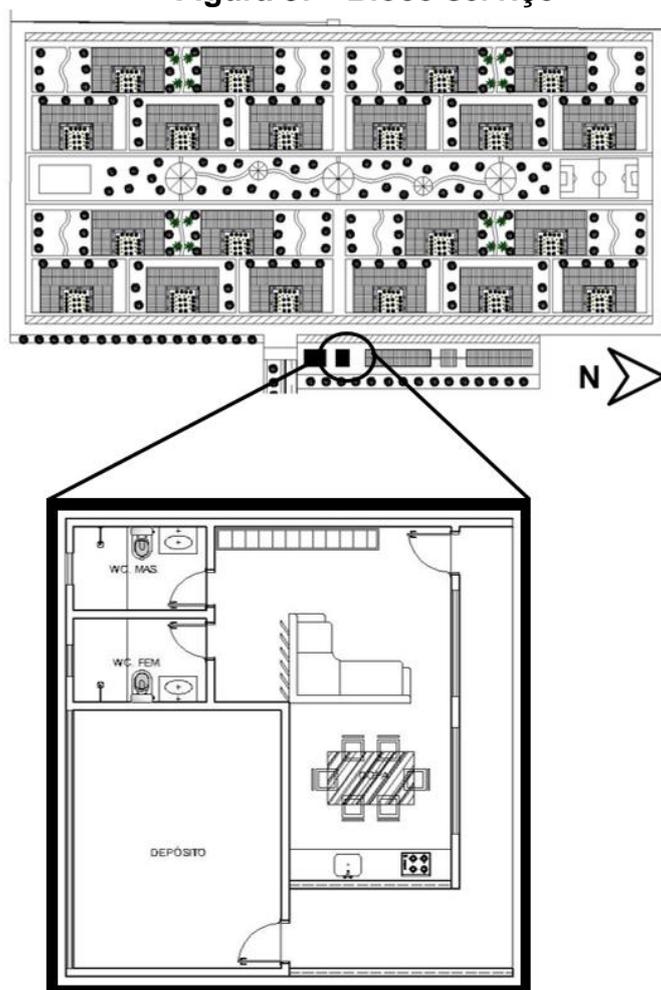


Fonte: Elaborado pela autora.

4.5.5 Bloco serviço

O bloco serviço, se destina aos funcionários que trabalharão diretamente com a manutenção do alojamento, para esse bloco foi projetado uma área de descanso, uma copa, banheiro masculino e feminino, e um depósito para utensílios do alojamento. Quanto ao estilo arquitetônico, segue a mesma linha pensada nos blocos anteriores. (Apêndice 5).

Figura 87 - Bloco serviço



Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 89 - Perspectiva bloco serviço e bloco administrativo

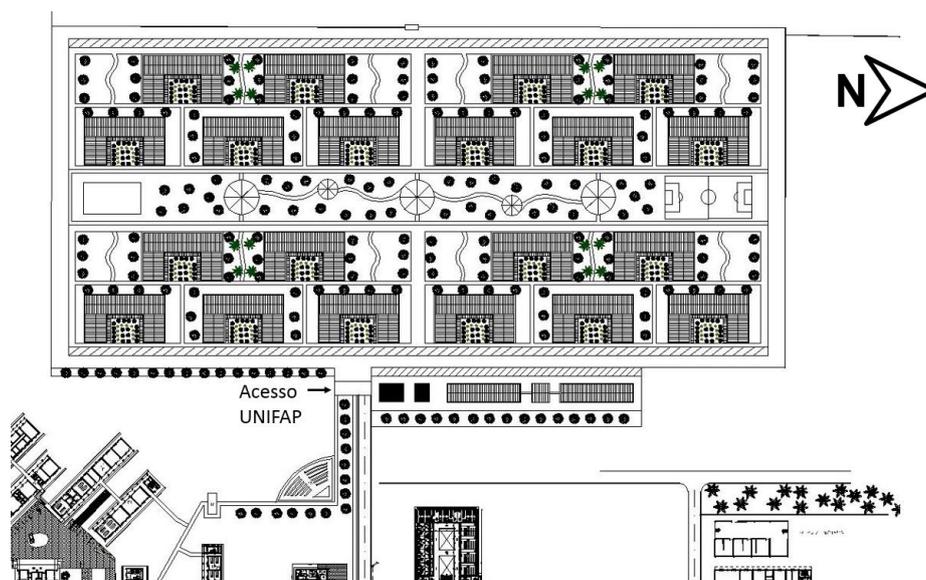


Fonte: Elaborado pela autora.

4.6 ASPECTOS URBANOS E PAISAGÍSTICOS

Em relação a aspectos urbanos as unidades serão agrupadas em forma de conjunto de casas, com grandes áreas verdes, espaço para cultivos de hortas, áreas de esportes e espaços para atividades culturais. Um dos objetivos da residência é propor um espaço para convívio dos alunos com a comunidade, onde eles possam organizar eventos, fazer campanhas e beneficiar a população em volta com o espaço oferecido pelo alojamento (Apêndice 1).

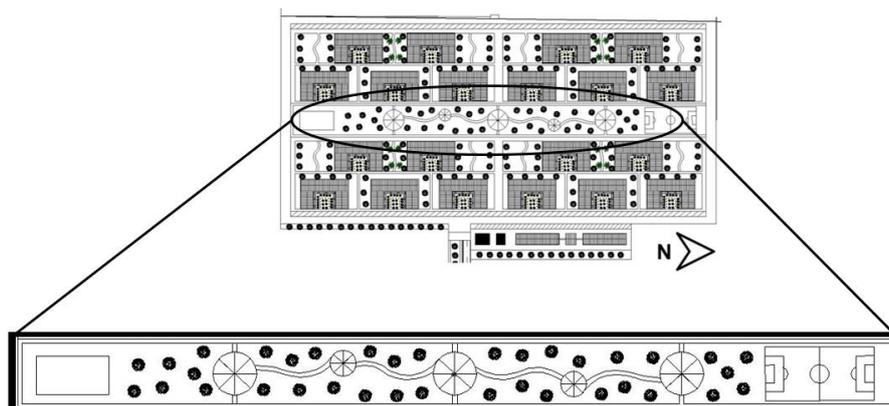
Figura 90 - Locação do alojamento



Fonte: Elaborado pela autora.

Um grande parque linear divide os blocos das unidades, onde encontram-se coretos e malocas, para eventos da comunidade e dos alunos. O parque oferece uma quadra de esportes para uso de lazer e uma academia ao ar livre para prática de exercícios físicos. O parque tem como função principal lazer, entretenimento e convívio dos alunos e moradores dos bairros em volta.

Figura 92 - Parque linear



Fonte: Elaborado pela autora.

O alojamento estudantil será todo circundado por muros, com duas entradas, uma para o interior da universidade e outra para a rua Inspetor Aimoré. As vias que interligam os blocos das unidades são de acesso apenas para pedestres e têm diferentes dimensões, mas em sua maioria são largas e arborizadas. Além das vias de pedestres, foram pensadas quatro vias com áreas de estacionamento para acesso de automóveis (figura 62, p. 91).

Figura 93 - Corte de via



Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 94 - Entrada do alojamento pela universidade



Fonte: Elaborado pela autora.

Com a disposição do parque linear e pequenas áreas verdes em torno dos blocos. A maioria das árvores possuem copa alta, para que não sirvam de obstáculo para o alcance da ventilação nas residências.

Assim, dividiu-se a vegetação presente no alojamento em: vegetação de grande porte, vegetação de médio porte, vegetação de pequeno porte e forração.

Todos os dados a seguir foram extraídos do site jardineiro.net.

Na vegetação de grande porte, tem-se o açazeiro, nome científico *Euterpe oleracea*, pertencente à família das *Arecaceae*, encaixando-se na categoria de palmeiras. É adaptável aos climas equatorial, oceânico, subtropical e tropical.

É preciso usar solo de boa qualidade, acrescido de uma fonte de matéria orgânica curtida. O plantio de mudas deve ser feito no período das águas, com cuidado para não danificar a palmeira. Deve-se cortar o saco plástico na altura de 2 cm da base, podando as raízes e, em seguida, cortar e retirar o saco e colocar a muda na cova com o torrão inteiro, preenchendo os espaços vazios com terra de superfície, comprimento para manter a muda firme. Alcança até 12 metros de altura.

Figura 95 - Açaizeiro

Fonte: jardineiro.net.

Tem-se também o ipê-de-jardim, nome científico *Tecoma stans*, pertencente à família das *Bignoniaceae*, que se encaixa na categoria de árvores ornamentais. Adaptável aos climas equatorial, oceânico, subtropical e tropical.

O ipê-de-jardim é uma planta muito rústica, e deve ser cultivada ao pleno sol, em solo fértil e enriquecido com matéria orgânica, com regas nos períodos mais secos. Multiplica-se por sementes e por estaquia, alcançando até 3,60 metros.

Figura 96 - Ipê-de-jardim

Fonte: jardineiro.net.

Como vegetação de médio porte, tem-se a Primavera, nome científico *Bougainvillea glabra*, pertencente à família das *Nyctaginaceae*, encaixando-se na categoria de arbustos tropicais. É adaptável aos climas equatorial, oceânico, subtropical e tropical.

Deve ser cultivada em solo fértil, previamente preparado com adubos químicos ou orgânicos, sempre a pleno sol. Requer podas de formação e de manutenção anuais, para estimular o florescimento e renovar parte da folhagem. Multiplica-se por sementes, alporque e estaquia e alcança até 3 metros.

Figura 97 - Primavera



Fonte: jardineiro.net.

Como vegetação de pequeno porte, há a Calêndula, nome científico *Calendula officinalis*, pertencente à família das *Asteraceae*, encaixando-se na categoria de flores anuais medicinais. Adapta-se aos climas mediterrâneo, continental, subtropical e tropical.

Deve ser cultivada a pleno sol, em solo fértil e com regas regulares. O beliscamento (retirada dos ponteiros) na fase inicial estimula a ramificação nessa espécie. Deve ser trocada a cada dois anos, pois perde a beleza inicial. Multiplica-se por sementes ou mudas que se formam nas proximidades da planta mãe e alcança até 0,30 metros.

Figura 98 - Calêndula

Fonte: jardineiro.net.

A Alpinia, nome científico *Alpinia purpurata*, pertencente à família das *Zingiberaceae*, encaixa-se na categoria de arbustos tropicais. Adapta-se aos climas equatorial, oceânico, subtropical e tropical.

Deve ser cultivada em matéria orgânica, a pleno sol ou meia sombra e irrigada regularmente. Multiplica-se por mudas que se formam nas brácteas ou por divisão das touceiras. É indicado tomar o cuidado de deixar uma boa parte de rizoma e folhas com cada muda. Alcança até 3 metros.

Figura 99 – Alpinia.

Fonte: jardineiro.net.

Para a forração, pode-se utilizar a Grama esmeralda, nome científico *Zoysia*, pertencente à família das *Poaceae*, encaixando-se na categoria de gramado. É adaptável aos climas equatorial, mediterrâneo, subtropical, temperado e tropical.

Deve ser cultivada a pleno sol, em solos férteis, com adubações semestrais e regas regulares. Multiplica-se pela divisão dos rizomas enraizados.

Figura 100 – Grama esmeralda



Fonte: jardineiro.net.

4.7 MATERIAIS E SOLUÇÕES ARQUITETÔNICAS

4.7.1 Infraestrutura

4.7.1.1 Trabalhos em terra

Será feita uma raspagem mecanizada da maior parte da camada verde do local, sendo possível aproveitar algumas áreas onde se mantém vegetação no projeto. Essa raspagem será feita por meio de retroescavadeira ou pá carregadeira e todo movimento de terra será executado respeitando os níveis de definido no projeto. Superfícies a serem aterradas serão previamente limpas, para que fiquem sem nenhum tipo de vegetação ou entulho, e serão compactadas em camadas com no máximo 20 cm.

4.7.1.2 Fundações

O conjunto dispõe de cinco blocos, todos com cargas parcialmente iguais e sem muitas alterações estruturais. Com isso, as fundações serão do tipo direta, com sapatas isoladas de concreto armado, com quantidade e localização previstas no projeto.

4.7.2 Paredes e aberturas

4.7.2.1 Taipa de pilão

A taipa é uma forma de construção bastante utilizada no Brasil, principalmente a taipa de mão, que nada mais é do que a junção de pau a pique com barro armado, em uma estrutura de madeira ou bambu. Essa técnica já foi muito utilizada não só em construções rurais, mas também em construções urbanas, tanto em paredes internas como externas. A taipa de mão se torna vantajosa devido a sua facilidade de construção, durabilidade, resistência a intempéries e menor custo, porém apresenta risco em relação a infiltrações. Dessa forma, o mais adequado a ser feito é elevar as estruturas do solo, para que não haja contato com a umidade do solo, além de utilizar um reboco bem executado (ALVARENGA, 1984).

Para construções alternativas que desejam uma melhor sensação térmica na parte interna da edificação, a taipa se torna uma ótima alternativa, devido ao fato de sua condutibilidade térmica corresponder à metade da condutibilidade das paredes feitas de tijolo cozido, com isso a temperatura interna sempre será constante (AYRES, 2006).

Já a taipa de pilão recebe essa denominação por ser socada com o auxílio de uma mão de pilão, é utilizado uma forma em madeira que sustenta o material durante a secagem, denominado o taipal, nesse tipo de processo a taipa pode ser executada com terra retirada do mesmo local da construção. (AYRES, 2006).

Segundo a NBR 15220, são recomendadas, para a zona 8, paredes leves refletoras que correspondem à transmitância térmica igual a 3,60 U, ou seja, o correto a ser utilizado para essa região são paredes com transmitância igual ou menor que 3,60 U. Levando esses dados em consideração, foi definido o tipo de parede de taipa que estivesse adequado a esta norma.

Figura 101 - Transmitância, atraso térmico e fator solar das vedações externas

Vedações externas		Transmitância térmica - U W/m ² .K	Atraso térmico - φ Horas	Fator solar - FS _o %
Paredes	Leve	$U \leq 3,00$	$\varphi \leq 4,3$	FS _o $\leq 5,0$
	Leve refletora	$U \leq 3,60$	$\varphi \leq 4,3$	FS _o $\leq 4,0$
	Pesada	$U \leq 2,20$	$\varphi \geq 6,5$	FS _o $\leq 3,5$
Coberturas	Leve isolada	$U \leq 2,00$	$\varphi \leq 3,3$	FS _o $\leq 6,5$
	Leve refletora	$U \leq 2,30.FT$	$\varphi \leq 3,3$	FS _o $\leq 6,5$
	Pesada	$U \leq 2,00$	$\varphi \geq 6,5$	FS _o $\leq 6,5$

Fonte: NBR 15220-3.

O tipo de parede a ser utilizado no alojamento estudantil será a taipa de pilão, um tipo de taipa socada com o auxílio de uma mão de pilão, onde se tem um taipal, que é uma forma em madeira que sustenta o material durante a secagem.

Pereira e Silva, no artigo “Contributo para melhoria do desempenho térmico das paredes de taipa”, publicado em 2012, disponibiliza análises laboratoriais para paredes de taipa, onde expõe dados como condutibilidade térmica da taipa de 1,08. Com isso, pode-se calcular a transmitância da taipa, pegando a espessura da parede e pela condutibilidade da taipa (cálculo representado no anexo*), obtendo assim um resultado de 3,11 de transmitância térmica para uma parede de 11 cm de taipa com 4 cm de reboco.

Figura 102 - Parede em taipa de pilão



Fonte: <http://sustentarqui.com.br>.

4.7.2.2 Cobogó e elementos vazados

Os cobogós são elementos construtivos bastante utilizados nas edificações de climas ensolarados, pois funcionam como solução para a proteção solar sem barrar a ventilação natural (BITTENCOURT, 2004).

Os cobogós utilizados serão protetores mistos, que protegem do sol e filtram o excesso de luz sem barrar a ventilação. No projeto, serão usados cobogós cerâmicos quadrados, esmaltado com dimensões de 20x20x8.

Figura 103 - Cobogó esmaltado branco



Fonte: <http://www.cec.com.br>.

De acordo com a NBR 15220, para a zona 8, as aberturas precisam ser grandes para proporcionar ventilação e sombreamento. Nesse caso, foram utilizadas as venezianas, que podem ser usadas como protetores horizontais, móveis ou não, sendo dimensionados na edificação para permitir o máximo de ventilação e de iluminação sem a penetração direta dos raios solares (BITTENCOURT, 2004).

As venezianas fixas foram projetadas para permitir a ventilação de espaços que se fazem necessários, como na ventilação do forro e do átio; nesses locais, serão posicionadas venezianas de madeira, fixas, que acompanham toda a cobertura dos blocos.

Figura 104 - Venezianas no forro



Fonte: Autora

4.7.2.3 Esquadrias e brise

De acordo com FROTA e SCHIFFER (2006), analisando a tabela abaixo Fator solar de vidros, foi escolhido o vidro atérmico verde-claro com Fator Solar (S_{tr}) de 0,39.

Figura 105 - Fator solar dos vidros

Tipo de Vidro	Fator Solar (S_{tr})
<i>Lâmina Única</i>	
Vidro comum transparente	0,86
Vidro cinza sombra	0,66
Vidro atérmico verde-claro	0,60
Vidro atérmico verde-escuro	0,49
<i>Vidro usado como proteção externa de vidro comum transparente</i>	
Vidro cinza-sombra	0,45
Vidro atérmico verde-claro	0,39
Vidro atérmico verde-escuro	0,22

Fonte: Frota e Schiffer, 2006.

As portas e janelas foram planejadas de acordo com a NBR 15220, em que determina que as aberturas precisam atender a 40% da área de piso de cada ambiente. Dessa forma, foram escolhidas janelas com dimensões de 1,60 m x 2,00 m.

Segundo a NBR-15220, é recomendado para a zona bioclimática 8 aberturas grandes, que representam 40% da área de piso. A área das aberturas dos dormitórios do alojamento correspondem a 48% da área de piso de cada dormitório.

Imagem 106 – Tipo de aberturas para a zona bioclimática 8.

Aberturas para ventilação	Sombreamento das aberturas
Grandes	Sombrear aberturas

Fonte: NBR 15220-3.

Imagem 107 – Classificação de aberturas

Aberturas para ventilação	A (em % da área de piso)
Pequenas	10% < A < 15%
Médias	15% < A < 25%
Grandes	A > 40%

Fonte: NBR 15220-3.

Quadro 9 - Tabela de portas

PORTAS			
CÓDIGO	MATERIAL	TIPO E MODELO	DIMENSÕES
P1	Madeira	01 folha de abrir, laminada, semi-oca.	0,80x2,10 m
P2	Madeira	01 folha de abrir, laminada, semi-oca.	0,70x2,10m
P3	Madeira	01 folha de abrir, laminada, semi-oca, com abertura invertida	0,90x2,10m
P4	Madeira	01 folha de correr, laminada, semi-oca.	0,80x2,10m
P5	Madeira e vidro	02 folhas de correr 0,50x2,10m, 02 folhas fixas 0,50x2,10	2,0x2,10m

Fonte: Elaborado pela autora.

Quadro 10 - Tabela de janelas

JANELAS			
CÓDIGO	MATERIAL	TIPO E MODELO	DIMENSÕES

J1	Madeira e vidro	02 folhas de correr 0,50x1,60m, 02 folhas fixas 0,50x1,60	2,0x1,6x0,50 m
J2	Madeira e vidro	02 folhas de correr 0,45x1,60m, 02 folhas fixas 0,45x1,60	1,90x1,6x0,50 m

Fonte: Elaborado pela autora.

Com relação aos balancins, foi escolhido o modelo pivotante, com a finalidade de ter no ambiente uma abertura geral que permitisse a entrada de iluminação e de ventilação natural.

Quadro 11 - Tabela de balancins

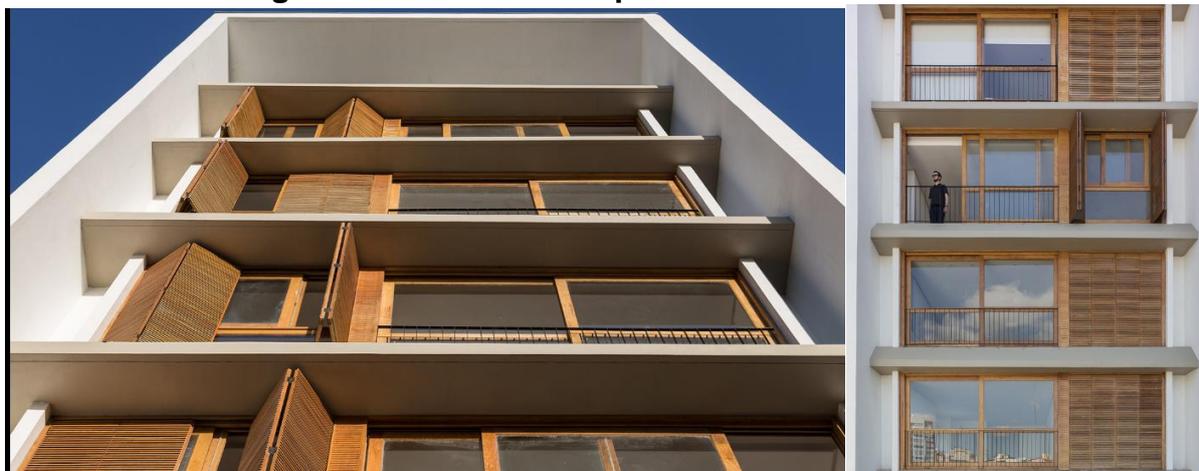
BALANCINS			
CÓDIGO	MATERIAL	TIPO E MODELO	DIMENSÕES
B1	Madeira e vidro	Basculante com 01 folha móvel pivotante em madeira e vidro 8 mm	0,50x0,30x2,20m

Fonte: Elaborado pela autora.

Para Frota e Schiffer (2006), a utilização de dispositivos de proteção solar se faz necessária quando a insolação sobre uma superfície é excessiva em um determinado período do ano. A escolha do tipo e da dimensão do dispositivo de proteção solar será feita em função da eficácia desejada, uma vez que, para ser eficiente, precisa barrar a radiação solar direta sobre tal superfície ou abertura no período que se julgar conveniente.

Dessa forma, para a proteção geral de todas as janelas, serão utilizados brises móveis em venezianas pivotantes de madeira, dimensionadas de acordo com o tamanho das janelas. Pelo fato de serem móveis, os brises podem ser utilizados em horas do dia em que as aberturas estarão expostas ao sol, e retirados nos momentos em que não se faz necessário; por serem em venezianas, protegem sem barrar a ventilação.

Figura 108 - *Brise-soleil* pivotante em veneziana



Fonte: br.pinterest.com.

4.7.3 Cobertura

4.7.3.1 Telhado

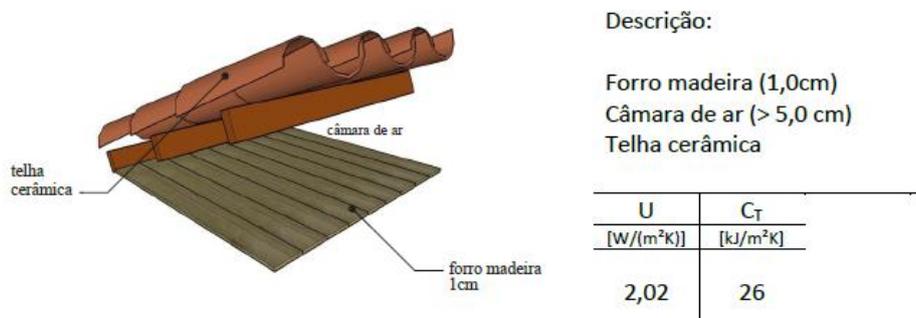
Segundo a NBR 15220, se faz necessário, para a zona 8, o uso de cobertura leve refletora. Nesse sentido, a telha de barro sem forro é a mais recomendada, porém esse tipo de telha só é aceito se for pintado ou esmaltado. A resistência térmica desse material, considerado homogêneo, é calculada pela soma das resistências térmicas de cada elemento que o compõe. Essa soma pode ser feita em série ou em paralelo, conforme for a estruturação das camadas do material (LAMBERT; DUTRA e PEREIRA, 2014).

É necessário também que contenham aberturas para ventilação em no mínimo dois beirais opostos, além de abertura para ventilação superior que ocupe toda a extensão das fachadas. A norma classifica esse tipo de cobertura como leve refletora (ver figura 101, p. 117). Para essa zona, também determina que a transmitância da cobertura seja menor ou igual a 2,30 FT.

Todos os blocos serão cobertos com telha de barro tipo plan, cor crua, com proteção esmaltada e com estrutura de madeira de lei, serrada e aparelhada. As águas

terão inclinação equivalente a 30%. O forro será em madeira de 1 cm, com aberturas para ventilação e com transmitância de 2,02 FT, segundo a portaria nº50/2013 do INMETRO.

Figura 109 - Classificação de coberturas segundo a portaria do INMETRO nº 50/2013



Fonte: INMETRO portaria nº 50/2013.

4.7.3.2 Águas pluviais

As calhas para a cobertura serão em chapa de aço galvanizado número 24, com desenvolvimento de 50 cm e com suportes de sustentação a cada 80 cm. Os condutores de calha de beiral serão de PVC, com diâmetro de 88 mm com conexões e braçadeiras de fixação. Os rufos serão de chapa galvanizada número 24 na largura de 50 cm ou 33 cm, chumbados em rasgos na alvenaria e vedados com silicone específico para os materiais a serem vedados. Água furtada será em chapa de aço galvanizado número 24 com desenvolvimento de 50 cm.

4.7.4 Revestimentos, acabamentos e pintura

Todo o material escolhido foi baseado de acordo com a NBR 15220 e com o anexo V da portaria do INMETRO, que classifica seu material com dados como transmitância, condutibilidade térmica e alfa das cores.

4.7.4.1 Interiores

No quadro abaixo, especifica-se os materiais de acabamento de interiores dos blocos do alojamento, dividindo-se em piso, parede e forro. Ressalta-se que o forro em madeira se torna um dos fatores importantes para a melhoria de sensação térmica, sendo representado seu valor de transmitância em total com a telha de barro na imagem 84.

Quadro 12 - Tabela de materiais de acabamento de interiores

AMBIENTE	PISO	PAREDE	FORRO
Áreas comuns	Contrapiso regularizado. Porcelanato esmaltado (REF: Parquet Caramelo Ac 60x60cm, da Eliane Revestimentos), assentado com argamassa de cimento colante, e rodapé de porcelanato esmaltado.	Pintura em tinta acrílica semibrilho Glazurit, nas cores: Branco Neve, Pêssego e Céu Azul, sobre massa acrílica lixada e selada com 2 demãos.	Em madeira, lambri.
Áreas molhadas	Contrapiso regularizado. Piso cerâmico esmaltado, antiderrapante na cor branca, assentado com argamassa de cimento colante.	Azulejo até o teto na cor branca, 40x40cm, assentado com argamassa pré-fabricada de cimento colante, com rejunte flexível da mesma cor.	Em madeira, lambri.

Fonte: Elaborado pela autora.

4.7.4.2 Exteriores, fachadas e muros

As fachadas de todos os blocos seguirão a mesma linha estética, com uma camada de reboco, selado acrílico e duas demãos de tinta acrílica nas cores Céu Azul e

Pêssego Glazurit, que podem se aproximar das tonalidades Areia e Azul Imperial da tabela de cores da portaria 50/2013 do INMETRO, onde se classifica a tonalidade Areia com um alfa de 44,9 e o Azul Imperial com alfa de 66,9.

Figura 110 - Classificação de cores segundo a portaria do INMETRO nº 50/2013

Tipo	Número	Cor	Nome	α
	01		Amarelo Antigo	51,4
	02		Amarelo Terra	64,3
	03		Areia	44,9
	04		Azul	73,3
	05		Azul Imperial	66,9
	06		Branco	15,8

Fonte: INMETRO portaria nº 50/2013.

O alojamento será circundado por muros com 1,50 m de altura, sendo 50 cm de alvenaria e 1 m de grades de ferro detalhadas.

Nos pisos externos, serão utilizados pisos drenantes, de 40x40x5 cm, na cor cinza, piso em blocos tipo concregrama, mosaico português nas cores marrom e palha. Nas áreas verdes, será utilizada grama esmeralda, além de vegetação adequada ao clima.

4.7.5. Soleiras e peitoris

As portas de acesso externas e internas receberão soleira em granito corumba com desnível de 2,5 cm do piso. As janelas receberão peitoril de granito corumba com caimento para o exterior.

4.7.6 Aparelhos sanitários

Especifica-se, na tabela abaixo, os aparelhos sanitários por ambiente, detalhando por tipo, padrão e acabamento.

Quadro 13 - Tabela de aparelhos sanitários

APARELHOS SANITÁRIOS			
AMBIENTE	TIPO	PADRÃO	ACABAMENTO
Banheiros (BHO)	Vaso sanitário com descarga acoplada	Médio	Cerâmica esmaltada na cor branca
	Lavatório	Médio	Bancada em granito e cuba de sobrepor em louça
	Torneira lavatório	Médio	Metálico cromado
	Chuveiro e misturadores	Médio	Metálico cromado
	Box	Alto	Vidro jateado
Banheiros (PNE)	Vaso sanitário PNE	Alto	Cerâmica esmaltada na cor branca
	Lavatório acessível	Alto	Cerâmica esmaltada na cor branca
	Torneira lavatório	Médio	Metálico cromado
	Chuveiro e misturadores	Médio	Metálico cromado
	Box acessível	Alto	Vidro jateado
	Barras de apoio	Alto	Aço inox
Lavabos	Vaso sanitário com descarga acoplada	Médio	Cerâmica esmaltada na cor branca
	Lavatório	Médio	Bancada em granito e cuba de sobrepor em louça
	Torneira lavatório	Médio	Metálico cromado
Cozinhas	Pia	Médio	Bancada em granito com cuba em inox
	Torneira pia	Médio	Metálico cromado
Áreas de serviço	Tanque	Médio	Bancada em granito e tanque em inox
	Torneira tanque	Médio	Metálico cromado

Fonte: Elaborado pela autora.

4.7.7 Limpeza final

A obra deverá ser entregue perfeitamente limpa, sem qualquer resquício de materiais de construção para a entrada do edifício em funcionamento.

5 ANÁLISE DO DESEMPENHO TÉRMICO PARA O ALOJAMENTO PROPOSTO A PARTIR DO PIOR CENÁRIO EM DOIS DORMITÓRIOS

Após análise do terreno, verifica-se que a orientação da implantação do alojamento. Nesse caso, o terreno está orientado em 0° a norte; com isso, tem-se base para saber qual é a radiação solar incidente para cada orientação, norte (0°), sul (180°), leste (90°) e oeste (270°).

No dia 22 de junho, o Sol atinge perpendicularmente o Trópico de Câncer, ponto máximo do seu percurso do Hemisfério Norte, e no dia 22 de dezembro, atingirá o Trópico de Capricórnio, limite da sua trajetória no Hemisfério Sul. Esses dois fenômenos se denominam solstícios (FROTA e SCHIFFER, 2006). Em Macapá, o solstício de verão ocorre no dia 22 de junho; com base nessa informação, todas as análises serão feitas para essa data.

Para se obter a radiação solar incidente na cidade de Macapá (AP) para o dia 22 de junho, utiliza-se o programa Luz do Sol, que, na figura 90, mostra a radiação em cada fachada, sendo possível perceber onde estão as maiores radiações.

Figura 111 - Distribuição da radiação solar incidente para o dia 22 de junho

Radiação Solar (Wh/m ²) - Latitude: 00,00 Nebulosidade: 08,1 Dia: 22 Jun						
	360	90	180	270	COB	TOTAL
06,00	0	0	0	0	0	0
06,50	49	106	5	5	24	190
07,00	82	173	9	9	62	335
07,50	106	212	12	12	106	447
08,00	122	230	14	14	152	532
08,50	134	232	16	16	197	594
09,00	142	221	17	17	238	635
09,50	148	200	18	18	274	658
10,00	152	172	19	19	304	667
10,50	155	139	20	20	328	663
11,00	158	102	21	21	346	647
11,50	159	62	21	21	358	621
12,00	160	21	21	21	362	584
12,50	159	21	21	62	358	621
13,00	158	21	21	102	346	647
13,50	155	20	20	139	328	663
14,00	152	19	19	172	304	667
14,50	148	18	18	200	274	658
15,00	142	17	17	221	238	635
15,50	134	16	16	232	197	594
16,00	122	14	14	230	152	532
16,50	106	12	12	212	106	447
17,00	82	9	9	173	62	335
17,50	49	5	5	106	24	190
18,00	0	0	0	0	0	0
TOTAL	2974	2043	363	2043	5140	12563

Fonte: Programa Luz do Sol.

As análises serão feitas em dois dormitórios do alojamento. Todas as análises para esse estudo irão se basear em dados de radiação solar incidente para o dia 22 de junho, ou solstício de junho, considerando verão para a latitude 0° de Macapá (AP). O método utilizado para obter resultados será o CSTB, e os dados sobre temperatura, umidade relativa, vento predominante serão obtidos através da tabela de dados do REDEMET (Rede de Meteorologia da Aeronáutica).

Figura 112 - Dados meteorológicos de Macapá-AP

MACAPÁ (MACAPÁ)

2001 a 2010														
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Mês	1º vento predominante	2º vento predominante	Temperatura média	Média das temperaturas máximas	Média das temperaturas mínimas	Temperatura máxima	Dia e ano da temperatura máxima	Temperatura mínima	Dia e ano da temperatura mínima	Umidade relativa média	OFE médio	Quantidade total de precipitação	Quantidade máxima diária de precipitação	Dia e ano da quantidade máxima de precipitação
JAN	060/07	030/06	26,7	31,3	24,0	34,5	13/1/2008	21,0	21/1/2001	86	1009,0	2230,4	253,9	8/1/2001
FEV	060/09	040/11	26,1	30,3	23,8	34,8	28/2/2010	21,1	21/2/2001	90	1009,2	2651,8	103,1	26/2/2009
MAR	060/09	040/11	26,2	30,4	23,8	35,2	13/3/2010	21,8	3/3/2002	89	1009,2	3168,3	163,0	31/3/2005
ABR	060/08	030/06	26,4	30,6	24,1	35,3	19/4/2010	21,8	10/4/2002	90	1009,4	2539,0	78,1	6/4/2002
MAY	060/07	030/06	26,0	31,0	24,0	35,0	05/2010	22,0	11/5/2000	90	1009,7	2445,4	57,0	05/2000
JUN	090/07	060/06	26,8	31,2	23,9	34,1	24/6/2008	21,5	24/6/2001	87	1010,9	2075,0	59,8	3/6/2006
JUL	090/08	060/06	27,2	31,9	23,9	35,9	31/7/2007	22,0	9/7/2009	84	1011,2	1920,4	62,9	9/7/2009
AGO	090/09	060/07	28,3	33,1	24,4	35,7	16/8/2008	22,0	1/8/2004	79	1010,8	481,5	33,4	14/8/2009
SET	090/09	060/08	28,7	33,5	24,4	35,6	30/9/2008	22,8	30/9/2001	76	1010,1	116,9	12,7	8/9/2001
OUT	090/09	060/08	28,9	33,6	24,5	36,1	9/10/2009	22,9	27/10/2006	75	1008,7	269,8	146,6	17/10/2003
NOV	090/11	060/08	28,8	33,4	24,6	35,9	7/11/2008	22,4	19/11/2006	75	1007,9	211,8	130,4	18/11/2006
DEZ	060/08	060/08	27,8	32,4	24,4	35,3	2/12/2008	21,8	4/12/2001	81	1008,2	1210,1	88,2	28/12/2005
DEC	060/08	090/09	27,3	31,8	24,2	36,1	9/10/2009	21,0	21/1/2001	84	1009,6	18695,1	253,9	8/1/2001

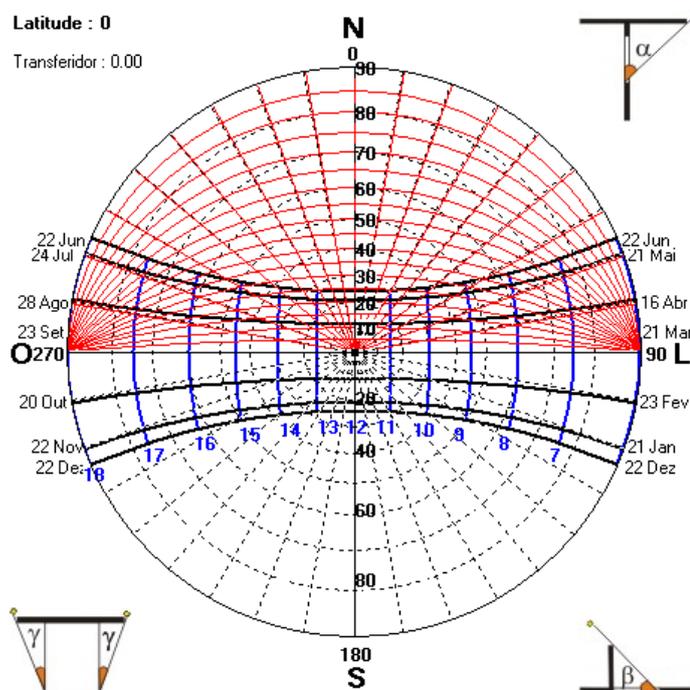
Fonte: REDEMET.

O método CSTB se torna aplicável, pois se baseia em dados climáticos disponíveis e em uma abordagem das características dos materiais utilizados. Esse método é apresentado por Croiset e Borel, baseando-se no regime térmico permanente. No caso do conforto térmico de verão, faz-se um balanço térmico sobre hipóteses montadas com base nos ganhos e nas perdas das fachadas, considerando trocas por diferença de temperatura e ganhos resultados da incidência de radiação solar (FROTA e SCHIFFER, 2006).

A carta solar se torna de extrema importância nesse momento de análise, pois representa graficamente o percurso do Sol na abóbada celeste da Terra, nos diferentes períodos do dia e do ano, sendo representada por projeções do percurso solar em um plano (BITTENCOURT, 2004). Com isso, a carta solar pode nos ajudar a saber se o sol vai penetrar por uma abertura, se vai se vai ser sombreado por alguma edificação vizinha, e se precisamos ou não utilizar proteções solares para determinadas orientações (LAMBERT,

DUTRA e PEREIRA, 2014). Na imagem 112, está representada a carta solar da latitude 0° de Macapá (AP), fornecida pelo programa SOL-AR.

Figura 113 - Carta solar de Macapá (AP)

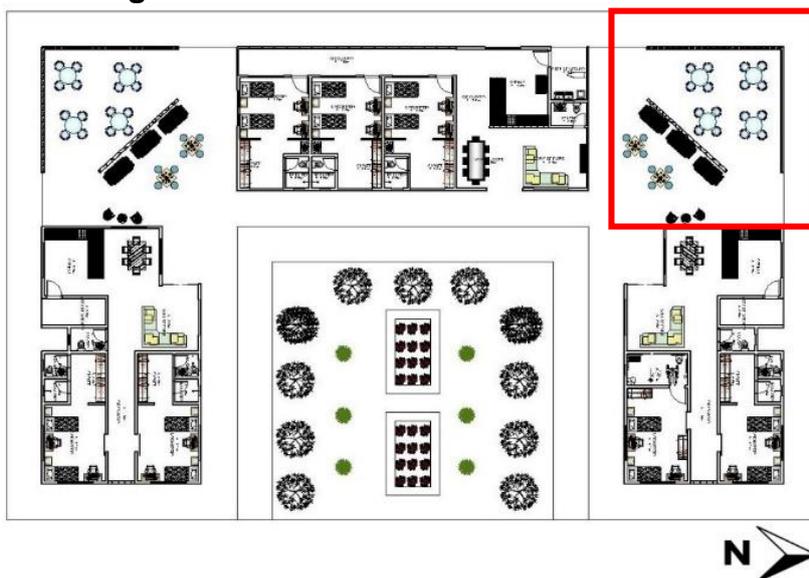


Fonte: SOL-AR.

5.1 PIOR CENÁRIO DO BLOCO HABITACIONAL

Sabendo que para o dia 22 de junho as fachadas com maior carga solar são a fachada norte, recebendo carga ao longo do dia, e a fachada oeste, somando com a carga recebida da cobertura. Com isso, pode-se caracterizar como pior cenário os ambientes que se localizam na esquina e recebem carga das fachadas norte e oeste, (destacado em vermelho na figura 114, p.130) o ambiente que se encontra nesse cenário nos blocos residenciais, onde está a área de estudo com divisórias vazadas, colocada nesse cenário, justamente por não ter um grande período de uso.

Figura 114 - Planta do bloco habitacional



Fonte: Elaborado pela autora.

Entretanto, para a escolha do pior cenário, deve-se analisar os seguintes critérios:

- a) Maior número de fachadas expostas à insolação;
- b) Fachadas expostas localizadas nas orientações de maior carga norte e oeste;
- c) Longo tempo de permanência no recinto.

Com esses critérios estabelecidos, pode-se fazer uma segunda aproximação do pior cenário, observando que áreas como cozinha, área de serviço e sala de jantar não se encaixam no critério de longo tempo de permanência, portanto, torna-se válido analisar um dos dormitórios, já que são ambientes onde os habitantes irão permanecer por mais tempo. Assim, a escolha do pior cenário para o estudo será o dormitório 02 da residência 03 (destacado em vermelho na figura 115, p. 131), com exposição para as fachadas norte e leste.

Figura 115 - Definição do pior cenário



Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 116 - Layout do pior cenário



Fonte: Elaborado pela autora.

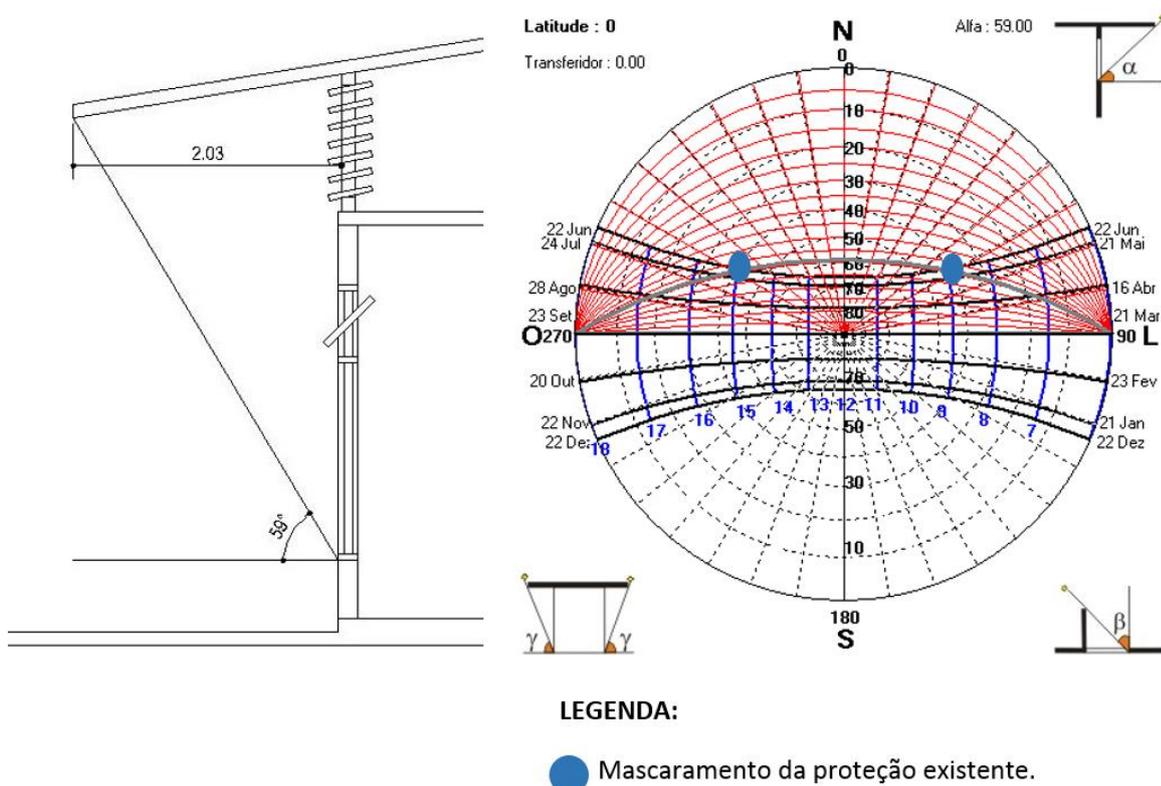
5.1.1 Análise solar da proteção existente

O ambiente em estudo tem um mascaramento resultante do beiral existente de 2 metros de comprimento nas duas fachadas, porém é necessária uma análise individual de cada fachada devido ao fato de a radiação incidente ser específica para cada orientação; com isso, as soluções arquitetônicas também serão específicas para cada fachada.

5.1.1.1 Fachada norte

Na fachada norte desse dormitório, há um mascaramento ocasionado pelo beiral, que traz um ângulo alfa de 59° , causando um recorte de carga no intervalo de horário de 9h a 15h.

Figura 117 - Mascaramento da fachada norte



Fonte: SOL-AR (adaptado pela autora).

Como base para estudo, considera-se que valores de radiação solar menor ou igual a 100 como radiação difusa, ou seja, valores acima de 100, obtêm uma radiação solar alta que necessita de proteção.

Figura 118 - Intervalo horário da fachada norte

Radiação Solar (Wh/m ²) - Latitude: 00,00 Nebulosidade: 08,1 Dia: 22 Jun						
	360	90	180	270	COB	TOTAL
06.00	0	0	0	0	0	0
06.50	49	106	5	5	24	190
07.00	82	173	9	9	62	335
07.50	106	212	12	12	106	447
08.00	122	230	14	14	152	532
08.50	134	232	16	16	197	594
09.00	142	221	17	17	238	635
09.50	148	200	18	18	274	658
10.00	152	172	19	19	304	667
10.50	155	139	20	20	328	663
11.00	158	102	21	21	346	647
11.50	159	62	21	21	358	621
12.00	160	21	21	21	362	584
12.50	159	21	21	62	358	621
13.00	158	21	21	102	346	647
13.50	155	20	20	139	328	663
14.00	152	19	19	172	304	667
14.50	148	18	18	200	274	658
15.00	142	17	17	221	238	635
15.50	134	16	16	232	197	594
16.00	122	14	14	230	152	532
16.50	106	12	12	212	106	447
17.00	82	9	9	173	62	335
17.50	49	5	5	106	24	190
18.00	0	0	0	0	0	0
TOTAL	2974	2043	363	2043	5140	12563

LEGENDA:

Intervalo horário de proteção existente.

Fonte: Programa Luz do Sol.

Com base na figura 103, percebemos que em apenas 6 horários do dia a abertura não estará protegida pelo beiral, com isso partimos para uma segunda aproximação, contando como radiação difusa menor ou igual a 150.

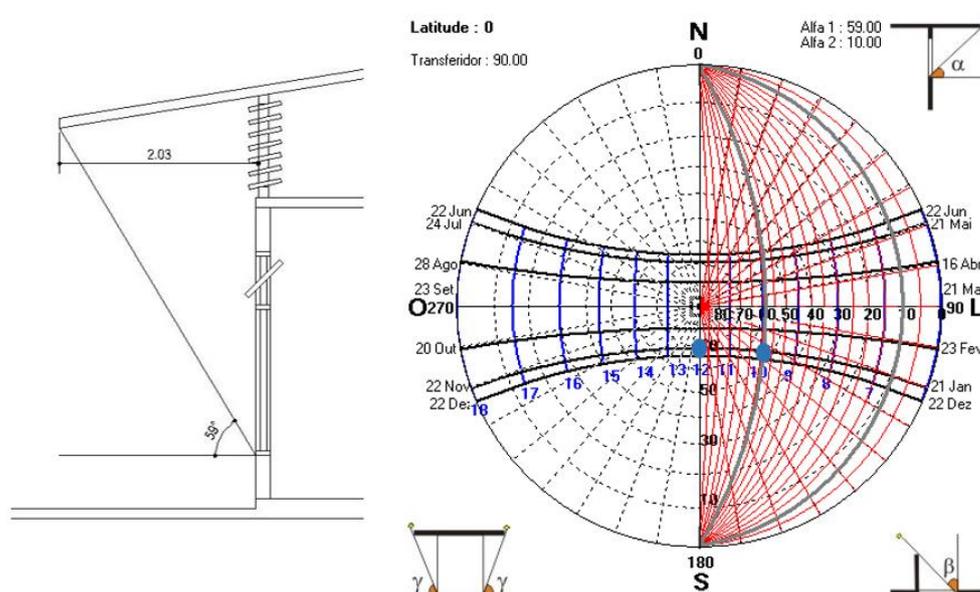
Com isso observamos que a proteção existente é o suficiente para proteger as aberturas da fachada norte nas horas do dia que se torna necessário.

5.1.1.2 Fachada leste

Na fachada leste, esse dormitório tem um mascaramento ocasionado também pelo beiral de dois metros, que traz um ângulo alfa de 59° , causando um recorte de carga no intervalo de horário de 10h a 12h (ver figura 105 e 106).

Para essa análise, também se consideram valores menores ou iguais a 100 como radiação difusa.

Figura 119 - Mascaramento da fachada leste



LEGENDA:

- Mascaramento da proteção existente.

Fonte: SOL-AR (adaptado pela autora).

Figura 120 - Tabela de radiação solar para o dia 22 de junho, fachada leste

Radiação Solar (Wh/m ²) - Latitude: 00,00 Nebulosidade: 08,1 Dia:22 Jun						
	360	90	180	270	COB	TOTAL
06,00	0	0	0	0	0	0
06,50	49	106	5	5	24	190
07,00	82	173	9	9	62	335
07,50	106	212	12	12	106	447
08,00	122	230	14	14	152	532
08,50	134	232	16	16	197	594
09,00	142	221	17	17	238	635
09,50	148	200	18	18	274	658
10,00	152	172	19	19	304	667
10,50	155	139	20	20	328	663
11,00	158	102	21	21	346	647
11,50	159	62	21	21	358	621
12,00	160	21	21	21	362	584
12,50	159	21	21	62	358	621
13,00	158	21	21	102	346	647
13,50	155	20	20	139	328	663
14,00	152	19	19	172	304	667
14,50	148	18	18	200	274	658
15,00	142	17	17	221	238	635
15,50	134	16	16	232	197	594
16,00	122	14	14	230	152	532
16,50	106	12	12	212	106	447
17,00	82	9	9	173	62	335
17,50	49	5	5	106	24	190
18,00	0	0	0	0	0	0
TOTAL	2974	2043	363	2043	5140	12563

LEGENDA:

 Intervalo horário de proteção existente.

Fonte: Programa Luz do Sol.

Verificando o quadro de distribuição de radiação incidente do dia 22 de junho, percebe-se que o mascaramento obtido pelo beiral de dois metros não protege a fachada em todos os horários necessários, que seria de 6h30min até 11h, quando a incidência dos raios solares está acima de 100, porém a proteção existente só contempla de 10h a 12h.

Figura 121 - Intervalo horário da proteção existente e da proteção ideal na fachada leste – pior

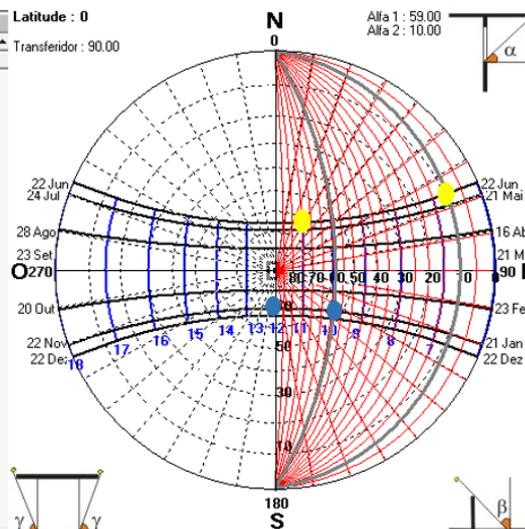
Radiação Solar (Wh/m²) - Latitude: 00,00 Nebulosidade: 08,1 Dia: 22 Jun							
	360	90	180	270	COB		TOTAL
06.00	0	0	0	0	0		0
06.50	49	106	5	5	24		190
07.00	82	173	9	9	62		335
07.50	106	212	12	12	106		447
08.00	122	230	14	14	152		532
08.50	134	232	16	16	197		594
09.00	142	221	17	17	238		635
09.50	148	200	18	18	274		658
10.00	152	172	19	19	304		667
10.50	155	139	20	20	328		663
11.00	158	102	21	21	346		647
11.50	159	52	21	21	358		621
12.00	160	21	21	21	362		584
12.50	159	21	21	62	358		621
13.00	158	21	21	102	346		647
13.50	155	20	20	139	328		663
14.00	152	19	19	172	304		667
14.50	148	18	18	200	274		658
15.00	142	17	17	221	238		635
15.50	134	16	16	232	197		594
16.00	122	14	14	230	152		532
16.50	106	12	12	212	106		447
17.00	82	9	9	173	62		335
17.50	49	5	5	106	24		190
18.00	0	0	0	0	0		0
TOTAL	2974	2043	363	2043	5140		12563

LEGENDA:

- Intervalo de horário da proteção existente.
- Intervalo de horário da proteção ideal.

Fonte: Luz do Sol, adaptado pela autora em 2017.

Figura 122 - Mascaramento da proteção do beiral existente e da proteção ideal na fachada leste – pior cenário



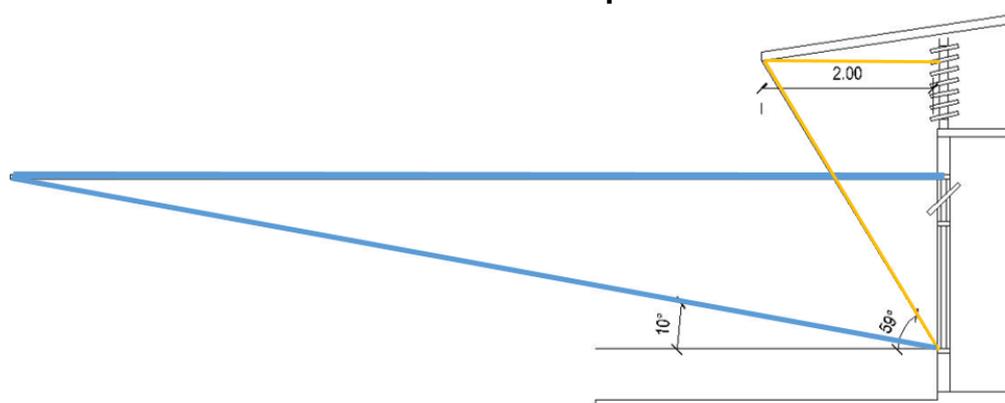
LEGENDA:

- Mascaramento da proteção existente.
- Mascaramento de proteção ideal.

Fonte: Programa SOL-AR, adaptado pela autora em 2017.

A proteção existente possui um alfa de 59° , não sendo o suficiente para proteger a fachada em todos os horários necessários. Parte-se para uma projeção de proteção ideal, com um alfa de 10° que consegue proteger a fachada de 6h30min a 11h (ver figura 121 e 122). Entretanto, projetar uma proteção com o ângulo horizontal alfa de 10° é inexecutável, tornando-se necessária uma outra estratégia para proteger essa fachada.

Figura 123 - α da proteção existente e da proteção ideal para intervalo de alta intensidade na fachada leste – pior cenário



LEGENDA:

— Alfa da proteção existente.

— Alfa da proteção ideal.

Fonte: Elaborado pela autora.

Com isso, percebe-se a importância de uma proteção móvel, pois essas proteções são mais eficientes, visto que podem ser ajustadas em função da variação dos raios solares incidentes nas fachadas, ao longo do ano e até mesmo em várias horas do dia (BITTENCOURT, 2004).

Dessa forma, serão utilizadas no projeto proteções móveis com venezianas móveis, que podem ser utilizadas durante o dia, sendo possível ajustar o ângulo das venezianas da mesma forma, o que gera uma proteção total nos horários de radiação direta.

Figura 124 - Representação de proteção móvel



Fonte: Elaborado pela autora.

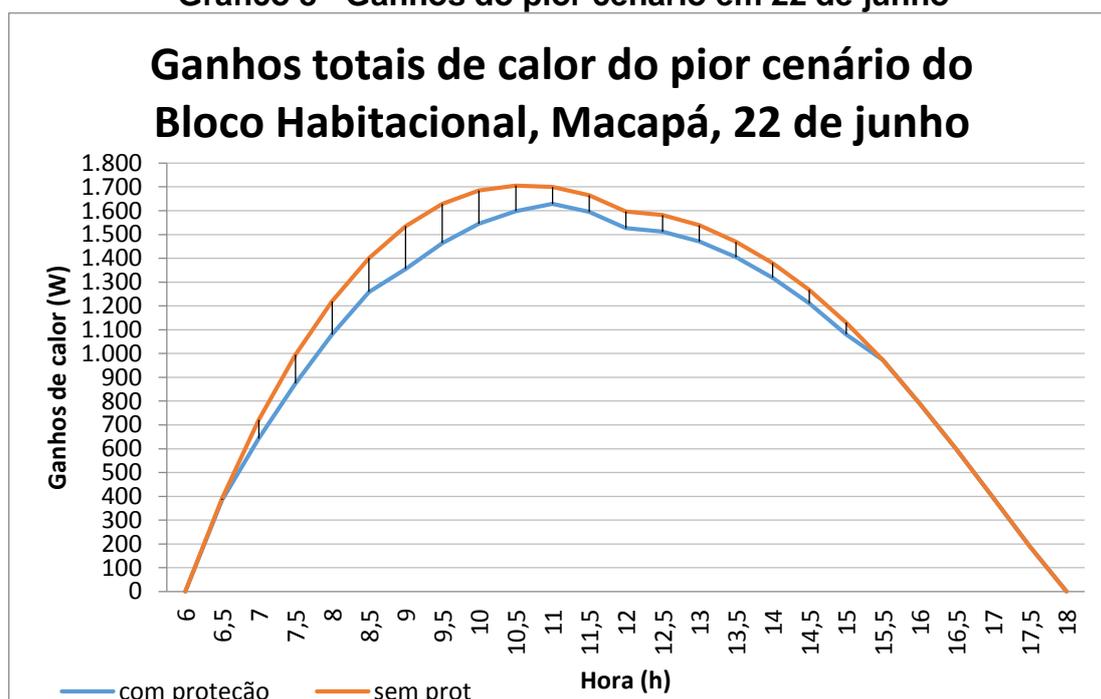
5.1.2 Desempenho térmico do pior cenário

Como foi dito anteriormente, o método utilizado para a avaliação de desempenho térmico foi o CSTB. Para o cálculo desse método, utiliza-se a tabela adaptada por Marcelle Vilar em 2016, feita por Irving Franco (ver anexo A).

Para a elaboração do cálculo, buscam-se dados como condutibilidade térmica e transmitância dos materiais utilizados para os ambientes em questão, quantidades de áreas opacas e áreas transparentes, área dos ambientes, alfa das cores usadas na fachada, fator solar do vidro utilizado e dados climáticos da cidade de Macapá.

Com base nos cálculos do CSTB (ver anexo A), o ambiente obteve, para o dia 22 de junho, uma carga de 27.558,69 w/m²; com o mascaramento, obteve uma redução para 25.897,93 w/m² (ver gráfico 8). Ao fim do cálculo do ambiente, a temperatura interna resultou em 34,42°C sem proteção solar das aberturas, e 34,25°C com proteção solar.

Gráfico 8 - Ganhos do pior cenário em 22 de junho



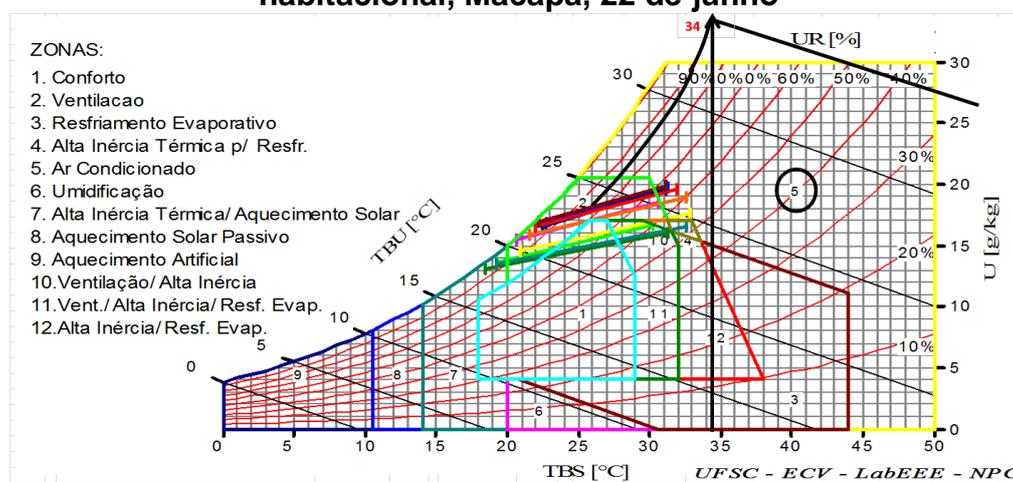
Fonte: Elaborado pela autora.

Observando o gráfico, é possível analisar que, sem a proteção, os ganhos de calor chegam a 1700 w nos horários de 10h a 11h. Com a proteção, reduz-se esses ganhos para 1600 w, ocorrendo às 11h a maior carga de ganhos, apresentando uma perda maior de 8h a 11h, horários do dia onde a radiação incidente se torna maior na fachada leste.

5.1.2.1. Carta bioclimática de Givoni

A carta bioclimática de Givoni é uma ferramenta bastante útil para uma análise visual das condições térmicas ao longo de um ano em um determinado local e da aplicabilidade de estratégias bioclimáticas para resolver problemas de um projeto relacionado a calor, frio, umidade e secura do ar. A carta contém 12 zonas de conforto que podem ser visualizadas. Cada zona traz uma estratégia para alcançar o conforto no ambiente interior (LAMBERT, DUTRA e PEREIRA, 2014).

Figura 125 - Análise da carta bioclimática de Givoni para o pior cenário do bloco habitacional, Macapá, 22 de junho



Fonte: LabEEE (adaptado pela autora).

Destacou-se na carta bioclimática de Givoni, em linhas pretas, primeiro a temperatura interna máxima TBS (temperatura de bulbo seco), depois a umidade relativa, visto que para o mês de junho a tabela do REDEMET (Figura 112, p.128) indica uma umidade relativa de 87%. Ao encontro dessa umidade relativa com o TBS, encontrou-se o TBU (temperatura de bulbo úmido) em 34°C, ao fim demarcando o ambiente na zona 5, onde a carta recomenda o uso de ar-condicionado.

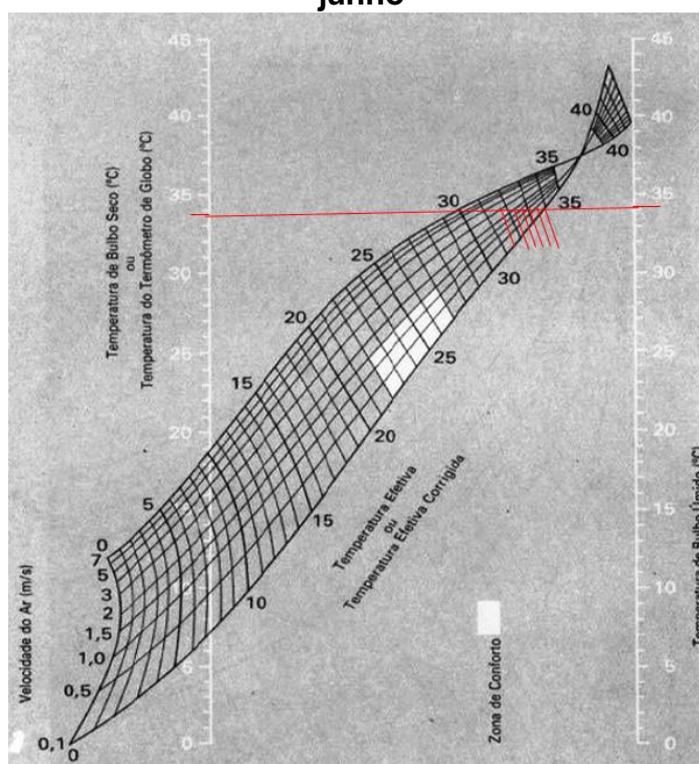
Para que o uso do ar-condicionado seja eficiente, é preciso garantir a vedação do ambiente, evitando infiltração do ar exterior, e optar por aparelhos mais eficientes (LAMBERT, DUTRA e PEREIRA, 2014). Devido a isso utilizou-se no projeto aberturas que trouxesse a uma vedação total do ambiente para quando necessário o uso do ar condicionado.

5.1.2.2 Índice de temperatura efetiva

A temperatura efetiva é a relação entre as sensações de conforto e as condições de temperatura, umidade e velocidade do ar, procurando concluir qual a condição de conforto no ambiente. É um índice subjetivo representado em forma de nomograma (FROTA e SCHIFFER, 2006).

O nomograma é feito logo após a carta bioclimática de Givoni. Para defini-lo, precisa-se de dados do TBS, TBU e velocidade do ar, e assim resultando na temperatura efetiva.

Figura 126 - Nomograma de temperatura efetiva para pessoas normalmente vestidas em trabalho leve para o pior cenário do bloco habitacional, Macapá, 22 de junho



Fonte: FROTA E SCHIFER (adaptado pela autora).

No quadro 14, pode-se observar a importância da velocidade do ar dentro do ambiente; quanto maior a velocidade, menor a temperatura efetiva no ambiente, ou seja, melhor será a sensação térmica do ambiente. O resultado final do nomograma mostra que, mesmo com as possíveis velocidades do ar, não foi possível chegar na zona de conforto estabelecida para essa análise de 22 de junho.

Quadro 14 - Relação da velocidade do ar com a temperatura efetiva para o pior cenário do bloco habitacional, Macapá, 22 de junho

TBS(C°)	TBU(C°)	Velocidade do ar	Temp. Efetiva
		0,1	33,8
		0,5	33,5

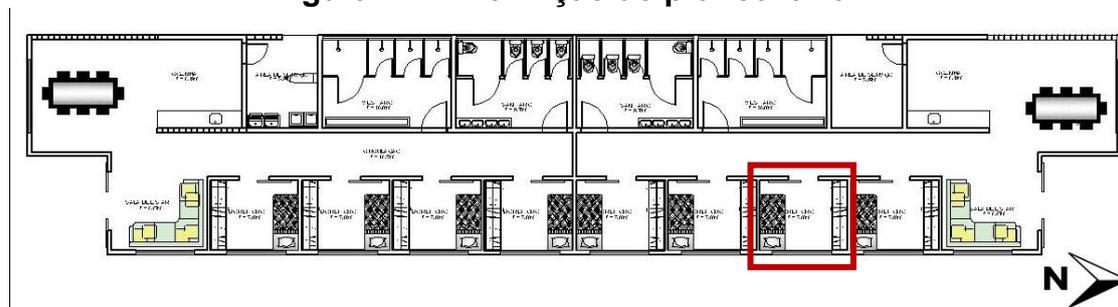
34,25	34	1	33
		1,5	32,8
		2	32,1
		3	31,5

Fonte: Elaborado pela autora.

5.2 PIOR CENÁRIO DO BLOCO TRANSITÓRIO

Para a escolha do pior cenário do bloco transitório, serão utilizados os mesmos critérios expostos anteriormente. Igualmente como ocorreu no bloco habitacional, também no bloco transitório tem-se, nas esquinas norte e oeste, descritas como orientações que recebem maior incidência solar, a cozinha e a sala de jantar, de forma proposital, pois não são ambientes de longa permanência, além de ter uma menor importância na residência. Esses ambientes não se encaixam no critério de grande período de permanência, o que leva novamente a uma segunda aproximação de pior cenário, havendo a mesma necessidade de estudar um dos dormitórios do bloco.

Figura 127 - Definição do pior cenário



Fonte: Elaborado pela autora.

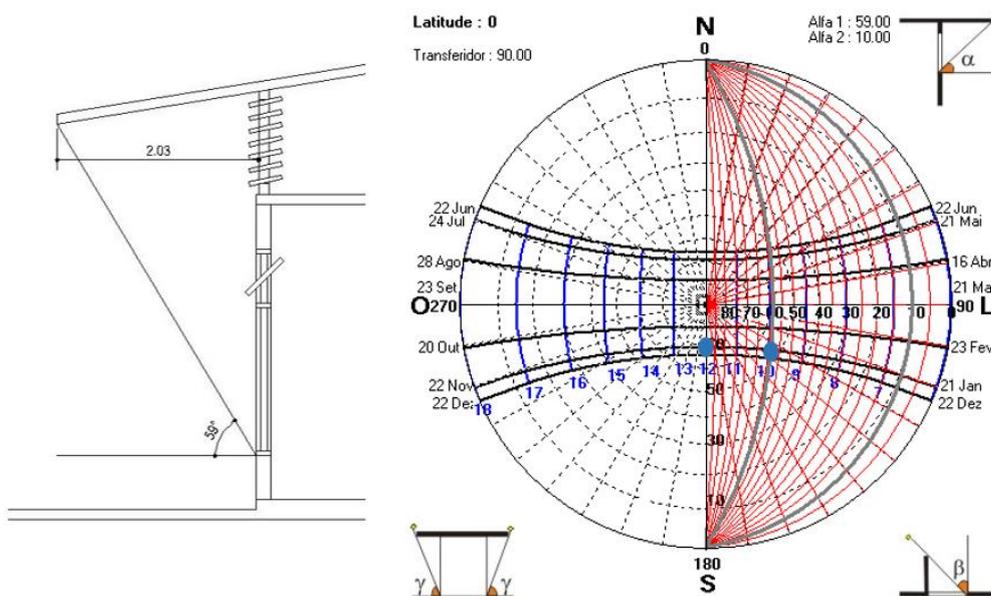
Figura 128 - Layout do pior cenário

Fonte: Elaborado pela autora.

Todos os dormitórios do bloco transitório têm apenas uma fachada na orientação leste além da cobertura. Esse dormitório tem um mascaramento ocasionado pelo beiral de dois metros, que traz um ângulo alfa de 59° , causando um recorte de carga no intervalo de horário de 10h a 12h (Ver figura 129 e 130, p.143).

Para objetivo de estudo, considera-se valores menores ou iguais a 100 como radiação difusa para essa análise.

Figura 129 - Mascaramento da fachada leste



LEGENDA:

- Mascaramento da proteção existente.

Fonte: SOL-AR (adaptado pela autora).

Figura 130 - Tabela de radiação solar para o dia 22 de junho, fachada leste

Radiação Solar (Wh/m ²) - Latitude: 00,00 - Nebulosidade: 08,1 - Dia: 22 Jun							
	360	90	180	270	COB	TOTAL	▲
06,00	0	0	0	0	0	0	0
06,50	49	106	5	5	24	190	
07,00	82	173	9	9	62	335	
07,50	106	212	12	12	106	447	
08,00	122	230	14	14	152	532	
08,50	134	232	16	16	197	594	
09,00	142	221	17	17	238	635	
09,50	148	200	18	18	274	658	
10,00	152	172	19	19	304	667	
10,50	155	139	20	20	328	663	
11,00	158	102	21	21	346	647	
11,50	159	62	21	21	358	621	
12,00	160	21	21	21	362	584	
12,50	159	21	21	62	358	621	
13,00	158	21	21	102	346	647	
13,50	155	20	20	139	328	663	
14,00	152	19	19	172	304	667	
14,50	148	18	18	200	274	658	
15,00	142	17	17	221	238	635	
15,50	134	16	16	232	197	594	
16,00	122	14	14	230	152	532	
16,50	106	12	12	212	106	447	
17,00	82	9	9	173	62	335	
17,50	49	5	5	106	24	190	
18,00	0	0	0	0	0	0	
TOTAL	2974	2043	363	2043	5140	12563	

LEGENDA:

- Intervalo horário de proteção existente.

Fonte: Programa Luz do Sol.

Como visto na fachada leste anteriormente, verificando o quadro de distribuição de radiação incidente do dia 22 de junho, observa-se novamente que o mascaramento obtido pelo beiral de dois metros não protege a fachada em todos os horários necessários, que seria de 6h30min até 11h, quando a incidência do raio solar está acima de 100, porém a proteção existente só contempla de 10h a 12h.

Figura 131 - Intervalo de horário da proteção existente e da proteção ideal na fachada leste – pior cenário

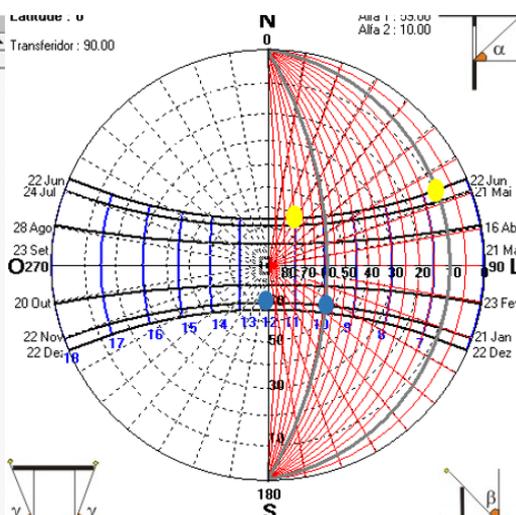
Radiação Solar (Wh/m²) - Latitude: 00,00 - Nebulosidade: 08,1 - Dia: 22 Jun						
	360	90	180	270	COB	TOTAL
06.00	0	0	0	0	0	0
06.50	49	106	5	5	24	190
07.00	82	173	9	9	62	335
07.50	106	212	12	12	106	447
08.00	122	230	14	14	152	532
08.50	134	232	16	16	197	594
09.00	142	221	17	17	238	635
09.50	148	200	18	18	274	658
10.00	152	172	19	19	304	667
10.50	155	139	20	20	328	663
11.00	158	102	21	21	346	647
11.50	159	62	21	21	358	621
12.00	160	21	21	21	362	584
12.50	159	21	21	62	358	621
13.00	158	21	21	102	346	647
13.50	155	20	20	139	328	663
14.00	152	19	19	172	304	667
14.50	148	18	18	200	274	658
15.00	142	17	17	221	238	635
15.50	134	16	16	232	197	594
16.00	122	14	14	230	152	532
16.50	106	12	12	212	106	447
17.00	82	9	9	173	62	335
17.50	49	5	5	106	24	190
18.00	0	0	0	0	0	0
TOTAL	2974	2043	363	2043	5140	12563

LEGENDA:

- Intervalo de horário da proteção existente.
- Intervalo de horário da proteção ideal.

Fonte: Luz do sol, adaptado pela autora em 2017.

Figura 132 - Mascaramento da proteção do beiral existente e da proteção ideal na fachada leste – pior cenário



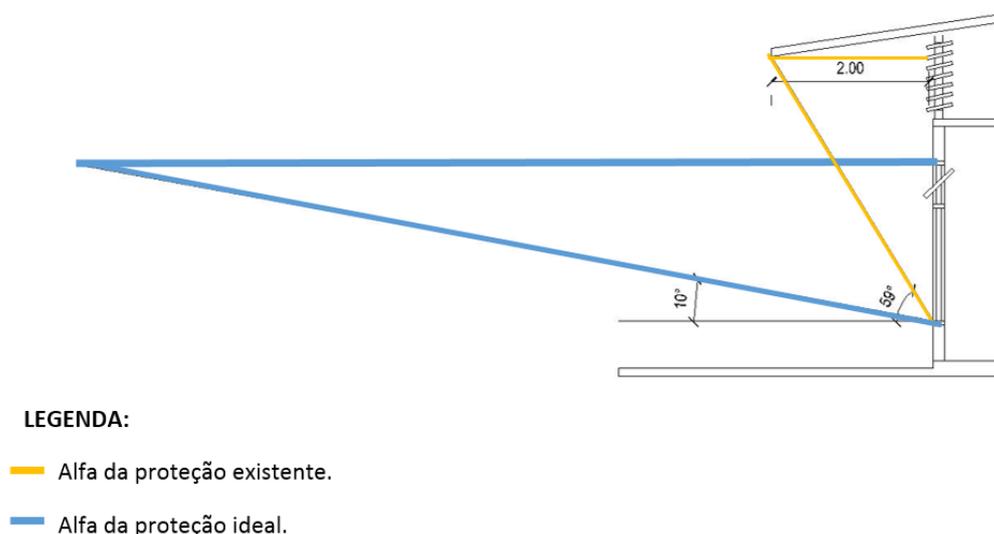
LEGENDA:

- Mascaramento da proteção existente.
- Mascaramento de proteção ideal.

Fonte: Programa SOL-AR, adaptado pela autora em 2017.

A proteção existente possui um alfa de 59° , não sendo o suficiente para proteger a fachada em todos os horários necessários, então parte-se para uma projeção de proteção ideal, com um alfa de 10° , que consegue proteger a fachada de 6h30min a 11h (ver figura 131 e 132). Contudo, projetar uma proteção com o ângulo alfa de 10° é irrealizável, tornando-se necessária uma segunda estratégia para proteger essa fachada.

Figura 133 - α de proteção existente e da proteção ideal para intervalo de alta intensidade na fachada leste, pior cenário



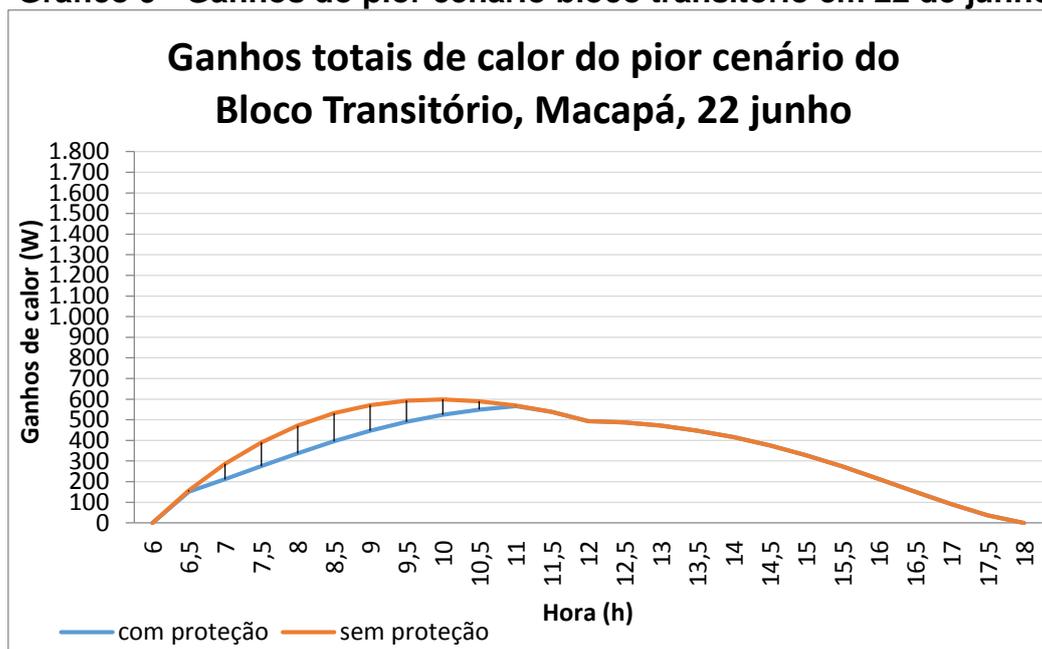
Fonte: Elaborado pela autora.

Com isso, será utilizado o mesmo dispositivo de proteção solar visto na análise anterior (ver figura 124 p.137), uma proteção móvel com venezianas móveis, gerando uma proteção total nos horários de radiação direta.

5.2.1 Desempenho térmico do pior cenário

O método e a elaboração de cálculo serão os mesmos utilizados na análise anterior (pagina 138). Com base nos cálculos do CSTB (ver anexo B), o ambiente obteve, para o dia 22 de junho, uma carga de 9.079,80 w/m², com o mascaramento obteve uma redução para 8.266,74 w/m² (ver gráfico 9, p. 146). Ao fim do cálculo do ambiente, a temperatura interna resultou em 34,29°C sem proteção solar das aberturas, e 34,10°C com proteção solar.

Gráfico 9 - Ganhos do pior cenário bloco transitório em 22 de junho



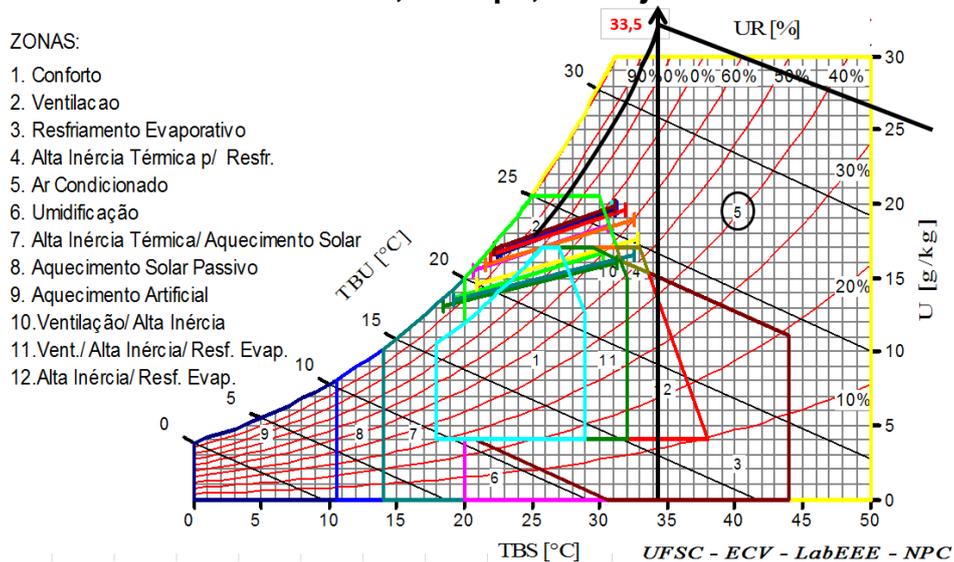
Fonte: Elaborado pela autora.

Ao observar o gráfico, é possível analisar que, sem a proteção, os ganhos de calor chegam a 600 w nos horários de 9h30min a 11h. Com a proteção, esses ganhos são reduzidos para 550 w, ocorrendo às 11h a maior carga de ganhos. Percebe-se que a perda de carga ocorre somente de 6h30min a 11h, justamente o horário em que a fachada leste tem maior incidência solar, o que ocorre porque o dormitório tem apenas uma fachada exposta.

5.2.1.1 Carta bioclimática de Givoni

Na carta bioclimática de Givoni, destaca-se, em linhas pretas, a temperatura interna máxima TBS (temperatura de bulbo seco), depois a umidade relativa, visto que para o mês de junho a tabela do REDEMET (Figura 112, p.128) indica uma umidade relativa de 87%. Ao encontro dessa umidade relativa com o TBS, conseguimos encontrar o TBU (temperatura de bulbo úmido) em 33,5°C, ao fim demarcando o ambiente na zona 5, onde a carta recomenda o uso de ar-condicionado.

Figura 134 - Análise da carta bioclimática de Givoni para o pior cenário do bloco transitório, Macapá, 22 de junho

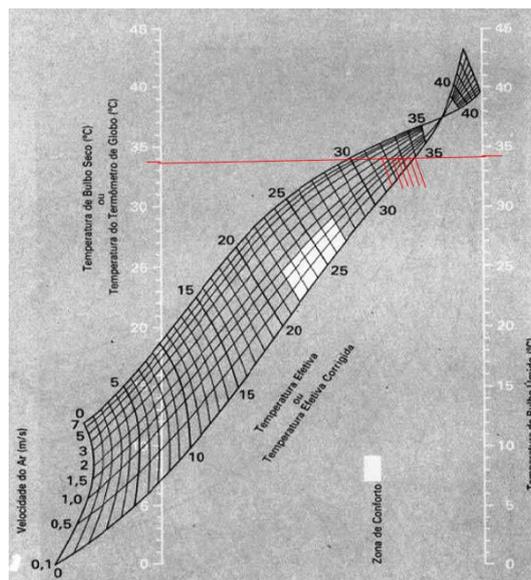


Fonte: LabEEE (adaptado pela autora).

5.2.1.2 Índice de temperatura efetiva

Para obter o índice de temperatura efetiva, precisa-se de dados de TBS, TBU e velocidade do ar, jogam-se esses dados no nomograma, resultando na temperatura efetiva.

Figura 135 - Nomograma de temperatura efetiva para pessoas normalmente vestidas em trabalho leve para o pior cenário do bloco transitório, Macapá, 22 de junho



Fonte: FROTA E SCHIFER (adaptado pela autora).

Novamente observa-se a importância da ventilação dentro do ambiente; quanto maior a velocidade, menor a temperatura efetiva no ambiente. O resultado final do nomograma mostra que, mesmo com as possíveis velocidades do ar, não foi possível chegar na zona de conforto estabelecida para essa análise de 22 de junho.

Quadro1 - Relação da velocidade do ar com a temperatura efetiva para o pior cenário do bloco transitório, Macapá, 22 de junho

TBS(C°)	TBU(C°)	Velocidade do ar	Temp. Efetiva
34,1	33,5	0.1	33,8
		0.5	33,5
		1	33
		1.5	32,8
		2	32,1
		3	31,5

Fonte: Elaborado pela autora.

5.3 ANÁLISES COMPARATIVAS DE PIOR CENÁRIO DOS AMBIENTES

Ao fim da análise, foi possível perceber que, no pior cenário do bloco habitacional, obteve-se uma temperatura interna máxima de 34,25°C para o dia 22 de junho, o que resultou em uma temperatura efetiva que reduzia conforme aumentava a velocidade do ar, chegando a 31,5°C. Nessas análises, o que se leva em consideração é a temperatura efetiva, pois ela representa a sensação térmica do ambiente. Os ganhos totais de radiação das fachadas do pior cenário do bloco habitacional resultaram em 25.897,93 w/m², isso após ter uma redução de 1660,76 w/m² devido ao uso da proteção solar.

O pior cenário do bloco transitório obteve uma temperatura máxima interna de 34,10°C, para o dia 22 de junho; quando aplicado no nomograma, obteve uma temperatura efetiva que chegou a 31,5°C. Os ganhos totais desse ambiente resultaram em 8.266,74 w/m², após a redução de 813,06 w/m² devido ao uso da proteção solar.

Os ganhos totais do pior cenário do bloco habitacional são maiores que os ganhos do pior cenário do bloco transitório. Isso ocorre porque o pior cenário do bloco habitacional tem três fachadas expostas, incluindo a cobertura, com as maiores cargas chegando 1700w/m², já o pior cenário do bloco transitório tem apenas duas, incluindo a cobertura, com cargas chegando a 600wm/2, porém isso se anula pelo fato de que o dormitório do bloco habitacional contém duas fachadas com aberturas, fazendo assim a ventilação cruzada, uma técnica eficaz no ambiente, que exige duas aberturas, fazendo com que o vento se distribua no ambiente e aumente a sensação de conforto (LAMBERT, DUTRA e PEREIRA, 2014). Já o bloco transitório por ter apenas uma fachada exposta não nos possibilita de fazer ventilação cruzada, porém utilizou-se no projeto do bloco, grandes aberturas.

Apesar de seguir todas as diretrizes construtivas para o clima quente e úmido, os ambientes não se encontram na zona de conforto. Contudo, como FROTA e SCHIFFER, 2006, afirmam que não se é possível que edificações para o clima quente e úmido entrem na zona de conforto.

Em algumas regiões onde o clima se torna mais severo, ultrapassando o limite de temperatura efetiva, torna-se possível a aplicação de algum sistema passivo para resfriamento, por isso recomenda-se, para a zona 5 da carta bioclimática de Givoni, o uso de ar-condicionado para climatização (LAMBERT, DUTRA e PEREIRA, 2014).

5.4 DISCUSSÕES DA ANÁLISE

LAMBERT, DUTRA e PEREIRA, 2014, fazem uma análise de caracterização climática da cidade de Belém, e por estar na zona bioclimática 8 conforme a NBR 15220, e ter um clima quente e úmido, apesar de saber que tem diferenças climáticas, pode-se utilizar os mesmos dados, para tomar como base na cidade de Macapá.

Para o clima quente úmido, percebe-se uma grande zona de ventilação, observando-se uma grande necessidade de estratégias para as regiões que possuem esse clima. Na região, a umidade relativa é alta, circundando 83%, e as temperaturas nunca são inferiores a 26°C. O clima é rigoroso, mostrando a necessidade de ar-condicionado por várias horas do ano (LAMBERT, DUTRA e PEREIRA, 2014).

As aberturas das edificações devem ser generosas, de forma a captar vento e distribuí-lo nos espaços, além de permitir ventilação cruzada, se torna de extrema importância o uso de proteções solares, árvores bem localizadas ou brises, que são essenciais para a melhora do conforto. Outras soluções para ventilação devem ser analisadas, como lanternins, aberturas zenitais, entre outros, sem excluir a necessidade do ar-condicionado. É importante que as aberturas, embora priorizem a ventilação natural, sejam facilmente vedadas para uso do ar-condicionado, em 9,02% das horas do dia se é necessário o uso do ar condicionado. (LAMBERT, DUTRA e PEREIRA, 2014).

Com as análises, pôde-se perceber que não foi possível chegar à zona de conforto, porém existem alguns fatores que poderiam ser alterados no projeto para que esses ganhos totais de calor tivessem outro resultado. Pode-se reduzir a área de superfície envidraçada, reduzindo o coeficiente de absorção solar, substituir as cores por outras mais clara, reduzindo o coeficiente de absorção por radiação solar. (FROTA e SCHIFFER, 2006).

Um dos itens que mais alteraram os valores no projeto foram as grandes aberturas, com isso a quantidade de vidro elevou e a área de proteção de beiral diminuiu devido ao peitoril baixo.

Segundo a NBR 15220, é recomendado para a zona bioclimática 8 aberturas grandes, que representam 40% da área de piso. A área das aberturas dos dormitórios do alojamento corresponde a 48% da área de piso de cada dormitório.

Essa escolha se justifica quando se leva em consideração que a ventilação é um dos únicos recursos que se tem na cidade para melhorar a sensação térmica do ambiente, isso se comprova nas análises do nomograma.

A ventilação proporciona uma renovação do ar e gera conforto térmico de verão em regiões de clima quente e úmido. A renovação do ar em ambientes proporciona a dissipação de calor (FROTA e SCHIFFER, 2006).

Com isso, percebe-se que as grandes aberturas podem afetar nos ganhos de calor, porém são bastante eficazes e contribuem para a melhora da sensação térmica do ambiente. Com isso a principal medida é manter as grandes aberturas e proteger contra a radiação do sol.

6 CONCLUSÃO

Pensar em uma residência que atenda às exigências de qualidade ambiental é como pensar em uma tipologia inexistente nas residências estudantis oferecidas atualmente, pois, em sua maioria, oferecem espaços mínimos, com as mínimas condições de qualidade ambiental. Contudo, é possível projetar residências que atendam a todos esses requisitos.

Atualmente não existe nenhuma casa do estudante em uso na cidade de Macapá, porém a universidade já está implantando, seguindo o mesmo sistema das casas de estudantes encontradas no Brasil, com tipologia de hotel, para pessoas que estão de passagem.

O terreno escolhido está preparado para receber uma residência estudantil, já que os bairros do entorno estão em um setor residencial e praticamente todos estão consolidados, oferecendo serviços básicos de apoio à comunidade, além dos serviços prestados aos alunos na universidade.

Com base nos estudos, foi alcançado o objetivo de propor uma residência com os requisitos analisados no referencial teórico e com os setores e ambientes previstos no programa de necessidade, respeitando às normas climatológicas da cidade, as diretrizes projetuais da NBR 15220-3. Também foi apresentada uma proposta com áreas de convívio, áreas verdes, áreas de lazer, espaços que atendem às necessidades dos alunos moradores, integração com a comunidade; além de excluir, para que sejam mais humanizadas, a tipologia atualmente disseminada, com grandes corredores e pequenos espaços, sem identidade e diversidade, inviabilizando a possibilidade de um sentimento de intimidade do aluno com a moradia, ainda que provisório.

Ao fim da análise, não foi possível chegar na zona de conforto, porém como diversos autores citaram, que não é possível chegar na zona de conforto em climas quente e úmido, em algumas horas do dia será necessário recorrer para meios artificiais de ventilação. Mas isso não significa que o projeto não pode trazer uma eficiência energética para o alojamento, todas as diretrizes construtivas traz um conforto maior para o ambiente, contando também que o projeto prioriza a principal estratégia de conforto para climas quente e úmido que é a ventilação. Com isso, foi alcançado o objetivo de projetar um alojamento que priorizasse os recursos oferecidos pela natureza.

REFERÊNCIAS

ALVARENGA, M. A. A. **Arquitetura de terra: Técnicas construtivas**. Belo Horizonte, digitado, 1984.

ANDRADE, K. **Avaliação pós-ocupacional de conjuntos habitacionais populares implantados pelo programa viver melhor no Cande Pequeno**. Salvador, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Desempenho térmico nas edificações**. NBR 15220. Rio de Janeiro: ABNT, 2003.

AYRES, M. V. A. **Sustentabilidade em habitações de interesse social**. 278 p. Monografia (Graduação em Engenharia Civil). Escola Politécnica de São Paulo, São Paulo, 2006.

BITTENCOURT, L. **O uso das cartas solares: diretrizes para arquitetos**. Editora UFAL, Maceió, 2014.

BUFFA, E; PINTO, S. **Arquitetura, urbanismo e educação: campi universitários brasileiros**. Disponível em: <http://www2.faced.ufu.br/colubhe06/anais/arquivos/519GelsonAlmeidaPinto_EsterBuffa.pdf>. Acesso em: jul. 2016.

CARVALHO, V. F. M **Contributos bioclimáticos para planejamento urbano sustentável**. Dissertação (Mestrado). Universidade de Porto, Lisboa, Portugal, 2006.

ESPIRITO SANTO, K. L. S; MOTTA, V. L. M; TEIXEIRA, M. P. **Avaliação de uso pós-ocupacional do alojamento de estudantes da UFRJ**. Rio de Janeiro, 2003. Disponível em: <www.fau.ufrj.br/prologar/arq_pdf/diversos/alojam_ufrj_cba2003.pdf>. Acesso em: jul. 2016.

FAVILLA, D. **O regionalismo crítico e a arquitetura brasileira contemporânea: o caso de Severiano Porto**. Dissertação (Mestrado). Instituto de Artes, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, São Paulo, 2003.

FROTA, A. B; SCHIFFER, S. R. **Manual do conforto térmico**. 5. ed. São Paulo: Studio Nobel, 2006.

FERRO, P. C. **Moradia estudantil da UNESP – Campus de São José do Rio Preto**. Trabalho de conclusão de curso (graduação em Arquitetura e Urbanismo). Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, São Paulo, 2011.

GOROVITZ, M. Genealogia dos espaços universitários. Brasília, 1999. In: SILVA, M. A. **Análise do desempenho térmico de uma proposta de alojamento na cidade universitária José da Silveira Neto**. Trabalho de conclusão de curso (graduação em Arquitetura e Urbanismo). Universidade Federal do Pará, Belém, Pará, 2010.

HERBERT, E; ABREU, A. **Macapá: a capital do meio do mundo**. Macapá: Cortez, 2007.

INSTITUTO FEDERAL DO AMAPÁ. **Campus Macapá e Santana ofertam mais de 500 auxílios aos estudantes.** Disponível em: <http://ifap.edu.br/index.php?option=com_content&view=article&id=1484:campus-macapa-e-santana-ofertam-mais-de-500-auxilios-aos-estudantes&catid=1:ultimas>. Acesso em: ago. 2016.

JORNAL DIÁRIO DO AMAPÁ. **Deputada solicita construção de casa de apoio a estudantes em Macapá.** 11 maio 2016. Disponível em: <<http://diariodoamapa.com.br/2016/05/11/deputada-solicita-construcao-de-casa-de-apoio-a-estudantes-em-macapa/>>. Acesso em: ago. 2016.

JARDINEIRO, **Plantas para o clima quente e úmido**, disponível em: <http://www.jardineiro.net/?s=plantas+para+clima+quente+e+umido>, acesso: fevereiro, 2017

LAMBERTS, R; DUTRA, L; PEREIRA, F. O. R. **Eficiência energética na arquitetura.** 3. ed. Rio de Janeiro, 2014.

LENGEN, J. V. **Manual do arquiteto descalço.** São Paulo: Empório do livro, 2008.

LIDA, I. **Ergonomia: projeto e produção.** São Paulo: Edgard Blucher Ltda, 1992.

LITTLEFIELD, D. **Manual do arquiteto: planejamento, dimensionamento e projeto.** 4. ed. São Paulo: Bookman, 2015.

MACAPÁ. Lei complementar nº 026/2004. Institui o Plano diretor de desenvolvimento urbano e ambiental de Macapá. Macapá, AP, 2004.

_____. Lei complementar nº 077/2011. Institui as normas de uso e ocupação do solo no município de Macapá e dá outras providências. Macapá, AP, 2011.

MELO, Roseane Gabriele de C. **Psicologia Ambiental: uma nova abordagem da psicologia.** Psicologia-USP. São Paulo, 2(1/1):85-1003,1991.

NAWATE, P. S. **Moradia do estudante universitário.** Trabalho de conclusão de curso (graduação em Arquitetura e Urbanismo). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, Paraná, 2014.

OLGYAY, V. **Arquitetura e clima: manual de dimensão bioclimática para arquitetos e urbanista.** São Paulo: Avenir Editora, 1998.

PEREIRA, J. P. B; SILVA, J.J.C. **Contributo para a melhoria do desempenho térmico das paredes de taipa.** Congresso construção 2012, Coimbra, 2012.

PRIDE, L. Residências estudantis e moradia para jovens. In: LITTLEFIELD, D. **Manual do arquiteto: planejamento, dimensionamento e projeto.** 4. ed. São Paulo: Bookman, 2015.

RIBEIRO, B. A. **Vila Serra do Navio**: comunidade urbana na selva amazônica: um projeto do arq. Oswaldo Arthur Bratke. São Paulo: Editora Pini, 1992.

SARQUIS, G. B. Arquitetura moderna e contemporânea em Belém: diálogo entre tempos. **9º Seminário Docomomo Brasil**. Brasília, Distrito Federal, 2011.

SILVA, M. A. **Análise do desempenho térmico de uma proposta de alojamento na cidade universitária José da Silveira Neto**. Trabalho de conclusão de curso (graduação em Arquitetura e Urbanismo). Universidade Federal do Pará, Belém, Pará, 2010.

TAVARES, J. P. N. **Características da climatologia de Macapá-AP**. Caminhos da Geografia. Uberlândia. p. 138-151. v. 15, n.50. jun/2014.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAPÁ. **Casa do estudante vai colaborar para atenuar índices de evasão**. Universidade Federal do Amapá. Disponível em: <<http://www.unifap.br/public/index/view/page/118/id/4132>>. Acesso em: ago. 2016.

VILELA, J. A. J. **Uma visão sobre alojamentos universitários no Brasil**. Disponível em: <www.docomomo.org.br/seminario%205%20pdfs/003R.pdf>. Acesso em: jul. 2016.

YIN, R.K. **Estudo de caso**: planejamento e métodos. 5. ed. São Paulo: Bookman, 2015.

ANEXO A – CÁLCULO CSTB

CÁLCULO CSTB – PIOR CENÁRIO DO BLOCO HABITACIONAL

1. K PAREDE p/ ganhos (fluxo descendente)	$1/h_e + 1/h_i$	$0,17 \text{ e}/\lambda$	
p/ fluxo descendente -> p.190 - tab. 1	espessura	λ	
p/ cada camada que o material tiver ->	0,11	1,08	0,10
λ -> p.184 à 188	0,02	0,80	0,03
e -> espessura em metros	0,02	0,80	0,03
	K	3,11	0,15

GANHOS POR FACHADA:

Fachada Norte					
Aop	7,63	Aop	7,63	Atr	5,36
Atr	5,36	α p. 193 - tab. 2	0,66	Str	0,22
Afachada		K	3,11	(transp.)	
		he p.190	20	p.194-	
				tab. 1	
Qop 0,8305255 Ig			Qtr 1,1792 Ig		

Fachada Leste					
Aop	8,33	Aop	8,33	Atr	4,9
Atr	4,9	α p. 193 - tab. 2	0,7	Str	0,22
Afachada		K	3,11	(transp.)	
		he p.190	20	p.194-	
				tab. 1	
Qop 0,9067205 Ig			Qtr 1,078 Ig		

Qe (ganhos por ocupação)

Nº de pessoas	2
Calor cedido	40

Total de ganhos (Q) 1.628,86

Perda de calor

Opaco Qop' =	101,85
aop	32,75
K	3,11
Cobertura Qop' =	34,38
aop	17,02

K	2,02
Translúcido Q_{tr}'=	51,30
atr	10,26
K vidro com persiana	5
Ventilação Q'_{vent}	84,95
N (nº de renovações)	6
V (volume do recinto) em m ³	40,45
Total de perdas (Q')	272,48

Balanco Térmico (ΔT)	5,98
-----------------------------	-------------

Avaliação da Inércia	
-----------------------------	--

Parede	135
espessura me metros	0,15
densidade (tij. Ceramico NBR15220)	1800
Cobertura	10
espessura em metros	0,01
densidade (aço galvanizado)	2000

Superfície Equivalente Pesada	5,32
--------------------------------------	-------------

Parede	
Área do material	15,96
Coef. De Resistencia (p. 50)	0,33
Cobertura	
Área do material	37,50
Coef. De Resistencia (p. 50)	0,00

Coef. De Inércia	0,36
-------------------------	-------------

Superfície Equi. Pesada	5,32
área do piso	14,72
Amortecimento (m) p. 50	0,4

Temp. Exter. Média (t_ē)	27,68
---	--------------

Temp externa máxima	32,65
----------------------------	--------------

Ts (4) Temp máxima observada no mês (média)	34,10
Td (2) Média mensal das temp. max. Diárias	31,20

Temp. externa mínima	22,7
-----------------------------	-------------

ts (3) média mensal das temp. min. Diárias	23,9
td (5) Temp. mínima observada No mês (média)	21,5

Amplitude (A)	9,95
----------------------	-------------

Elongação (E)	4,98
----------------------	-------------

Temp. Interna Máxima (timax)	34,25
-------------------------------------	--------------

Fonte: FRANCO, adaptado por SILVA 2016.

CÁLCULO CSTB – TABELA DE CARGAS SEM PROTEÇÃO – BLOCO HABITACIONAL

Horários	Norte (0°)		Sul (180°)		Leste(90°)		Oeste (270°)		Qtr		Coertura	Qop	TOTAL
	Qop	Qtr	Qop	Qtr	Qop	Qtr	Qop	Qtr	Qop	Qtr			
6	0,83	1,18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,91	1,08	0,00	0,00	0	0,00	3,41
6,5	49	57,78	40,70	5,00	0,00	106	96,11	114,27	5	0,00	24	81,81	390,67
7	83	97,87	68,93	9	0,00	173	156,86	186,49	9	0,00	62	211,34	721,51
7,5	106	125,00	88,04	12	0,00	212	192,22	228,54	12	0,00	106	361,33	985,12
8	122	143,86	101,32	14	0,00	230	208,55	247,94	14	0,00	152	518,13	1.219,80
8,5	134	158,01	111,29	16	0,00	232	210,36	250,10	16	0,00	197	671,52	1.401,28
9	142	167,45	117,93	17	0,00	221	200,39	238,24	17	0,00	238	811,28	1.535,29
9,5	148	174,52	122,92	18	0,00	200	181,34	215,60	18	0,00	274	934,00	1.628,38
10	152	179,24	126,24	19	0,00	173	156,86	186,49	19	0,00	304	1036,26	1.685,09
10,5	155	182,78	128,73	20	0,00	139	126,03	149,84	20	0,00	328	1118,07	1.705,45
11	158	186,31	131,22	21	0,00	102	92,49	109,96	21	0,00	346	1179,43	1.699,41
11,5	159	187,49	132,05	21	0,00	63	57,12	67,91	21	0,00	358	1220,33	1.684,92
12	160	188,67	132,88	21	0,00	21	19,04	22,64	21	0,00	362	1233,97	1.597,20
12,5	159	187,49	132,05	21	0,00	21	19,04	22,64	63	0,00	358	1220,33	1.581,56
13	158	186,31	131,22	21	0,00	21	19,04	22,64	102	0,00	346	1179,43	1.538,64
13,5	155	182,78	128,73	20	0,00	20	18,13	21,56	139	0,00	328	1118,07	1.469,27
14	152	179,24	126,24	19	0,00	19	17,23	20,48	173	0,00	304	1036,26	1.379,45
14,5	148	174,52	122,92	18	0,00	18	16,32	19,40	200	0,00	274	934,00	1.267,16
15	142	167,45	117,93	17	0,00	17	15,41	18,33	221	0,00	238	811,28	1.130,40
15,5	134	158,01	111,29	16	0,00	16	14,51	17,25	232	0,00	197	671,52	972,58
16	122	143,86	101,32	14	0,00	14	12,69	15,09	230	0,00	152	518,13	791,10
16,5	106	125,00	88,04	12	0,00	12	10,88	12,94	212	0,00	106	361,33	596,18
17	83	97,87	68,93	9	0,00	9	8,16	9,70	173	0,00	62	211,34	396,01
17,5	49	57,78	40,70	5	0,00	5	4,53	5,39	106	0,00	24	81,81	190,21
18	0	0,00	0,00	0	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0	0,00	0,00
Total	2976	2471,64	3509,30	365	0,00	2044	1853,34	2203,43	2044	0,00	5140	17520,96	27.568,69
													MÁXIMO
													1.705,45

Fonte: FRANCO, adaptado por SILVA 2016.

CALCULO CSTB – TABELA DE CARGAS COM PROTEÇÃO – BLOCO HABITACIONAL

Horários	Norte (0°)	Norte (0°) c/ prot	Qop	Qtr	Sul (180°)	Qop	Qtr	Leste(90°)	Leste(90°) c/ prot	Qop	Qtr	Oeste (270°)	Qop	Qtr	Coertura	Qop	TOTAL
6	0	0	40,70	57,78	0	0,00	0,00	0	0	96,11	107,80	0	0,00	0,00	0	3,41	0,00
6,5	49	49	68,93	97,87	5	0,00	0,00	106	100	156,86	107,80	9	0,00	0,00	24	81,81	384,20
7	83	83	88,04	125,00	12	0,00	0,00	212	100	192,22	107,80	12	0,00	0,00	62	211,34	642,81
7,5	106	106	101,32	143,86	14	0,00	0,00	230	100	208,55	107,80	14	0,00	0,00	106	361,33	874,38
8	122	122	111,29	158,01	16	0,00	0,00	232	100	210,36	107,80	16	0,00	0,00	152	518,13	1.079,66
8,5	134	134	117,92	177,92	17	0,00	0,00	221	100	200,39	107,80	17	0,00	0,00	197	671,52	1.258,99
9	142	100	122,92	117,92	18	0,00	0,00	200	100	181,34	107,80	18	0,00	0,00	238	811,28	1.355,32
9,5	148	100	126,24	117,92	19	0,00	0,00	173	100	156,86	107,80	19	0,00	0,00	274	934,00	1.463,98
10	152	100	128,73	117,92	20	0,00	0,00	139	100	126,03	107,80	20	0,00	0,00	304	1036,26	1.545,08
10,5	155	100	131,22	117,92	21	0,00	0,00	102	100	92,49	107,80	21	0,00	0,00	328	1118,07	1.588,58
11	158	100	132,88	117,92	21	0,00	0,00	63	100	57,12	67,91	21	0,00	0,00	346	1179,43	1.628,86
11,5	159	100	132,88	117,92	21	0,00	0,00	21	21	19,04	22,64	21	0,00	0,00	362	1233,97	1.526,45
12	160	100	132,88	117,92	21	0,00	0,00	21	21	19,04	22,64	63	0,00	0,00	358	1220,33	1.511,99
12,5	159	100	131,22	117,92	21	0,00	0,00	21	21	19,04	22,64	102	0,00	0,00	346	1179,43	1.470,25
13	158	100	128,73	117,92	20	0,00	0,00	20	20	18,13	21,56	139	0,00	0,00	328	1118,07	1.404,42
13,5	155	100	126,24	117,92	19	0,00	0,00	19	19	17,23	20,48	173	0,00	0,00	304	1036,26	1.318,13
14	152	100	122,92	117,92	18	0,00	0,00	18	18	16,32	19,40	200	0,00	0,00	274	934,00	1.210,56
14,5	148	100	117,92	117,92	17	0,00	0,00	17	17	15,41	18,33	221	0,00	0,00	238	811,28	1.080,88
15	142	100	111,29	158,01	16	0,00	0,00	16	16	14,51	17,25	232	0,00	0,00	197	671,52	972,58
15,5	134	134	101,32	143,86	14	0,00	0,00	14	14	12,69	15,09	230	0,00	0,00	152	518,13	791,10
16	122	122	88,04	125,00	12	0,00	0,00	12	12	10,86	12,94	212	0,00	0,00	106	361,33	598,18
16,5	106	106	88,04	97,87	9	0,00	0,00	9	9	8,16	9,70	173	0,00	0,00	62	211,34	396,01
17	83	83	40,70	57,78	5	0,00	0,00	5	5	4,53	5,39	106	0,00	0,00	24	81,81	190,21
17,5	49	49	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
18	0	0	2471,64	2698,01	365	0,00	0,00	2044	0	1853,34	1353,97	2044	0,00	0,00	5140	17520,98	25.887,93
Total	2976															MAXIMO	1.628,86

Fonte: FRANCO, adaptado por SILVA 2016.

ANEXO B – CÁLCULO CSTB

CÁLCULO CSTB – PIOR CENÁRIO DO BLOCO TRANSITÓRIO

1. K PAREDE p/ ganhos (fluxo descendente)	$1/h_e+1/h_i$	0,17	e/λ
p/ fluxo descendente -> p.190 - tab. 1	espessura	λ	
p/ cada camada que o material tiver ->	0,11	1,08	0,10
λ -> p.184 à188	0,02	0,80	0,03
e -> espessura em metros	0,02	0,80	0,03
	K	3,11	0,15

GANHOS POR FACHADA:

Fachada Leste			
Aop	1,49	Aop	1,49
Atr	4,69	α p. 193 -	
Afachada		tab. 2	0,66
		K	3,11
		h_e p.190	20
		Qop 0,162187 Ig	
		Atr	4,69
		Str	
		(transp.)	0,22
		p.194-tab. 1	
		Qtr 1,0318 Ig	

Qe (ganhos por ocupação)

Nº de pessoas	2
Calor cedido	40

Total de ganhos (Q) 566,65

Perda de calor

Opaco Qop' =	4,63
aop	1,49
K	3,11
Cobertura Qop' =	30,12
aop	14,91
K	2,02
Translúcido Qtr' =	23,45
atr	4,69
K vidro com persiana	5
Ventilação Q'vent	40,76
N (nº de renovações)	6
V (volume do recinto) em m ³	19,41

Total de perdas (Q') **98,96**

Balanço Térmico (ΔT) **5,73**

Avaliação da Inércia

Parede	135
espessura me metros	0,15
densidade (tij. Ceramico NBR15220)	1800
Cobertura	10
espessura em metros	0,01
densidade (aço galvanizado)	2000

Superfície Equivalente Pesada **0,50**

Parede

Área do material	1,49
Coef. De Resistencia (p. 50)	0,33

Cobertura

Área do material	14,91
Coef. De Resistencia (p. 50)	0,00

Coef. De Inércia **0,07**

Superfície Equi. Pesada	0,50
área do piso	7,06
Amortecimento (m) p. 50	0,4

Temp. Exter. Média ($t_{\bar{e}}$) **27,68**

Temp externa máxima **32,65**

Ts (4) Temp máxima observada no mês (média)	34,10
Td (2) Média mensal das temp. max. Diárias	31,20

Temp. externa mínima **22,7**

ts (3) média mensal das temp. min. Diárias	23,9
td (5) Temp. mínima observada No mês (média)	21,5

Amplitude (A) **9,95**

Elongação (E) **4,98**

Temp. Interna Máxima (t_{imax}) **34,10**

CÁLCULO CSTB – TABELA DE CARGAS SEM PROTEÇÃO – BLOCO TRANSITÓRIO

Horários	Norte (0°)		Sul (180°)		Leste(90°)		Oeste (270°)		Qtr	Qop	Cobertura	Qop	TOTAL
	Qop	Qtr	Qop	Qtr	Qop	Qtr	Qop	Qtr					
6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	1,29	0,00
6,5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	24	31,00	157,56
7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	62	80,08	286,64
7,5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	106	136,92	390,04
8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	152	196,34	470,95
8,5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	197	254,46	531,47
9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	238	307,42	571,29
9,5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	274	353,92	592,72
10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	304	392,67	599,23
10,5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	328	423,67	589,64
11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	346	446,92	568,71
11,5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	358	462,43	537,65
12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	362	467,59	492,67
12,5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	358	462,43	487,50
13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	346	446,92	472,00
13,5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	328	423,67	447,55
14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	304	392,67	415,36
14,5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	274	353,92	375,41
15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	238	307,42	327,72
15,5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	197	254,46	273,57
16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	152	196,34	213,05
16,5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	106	136,92	151,25
17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	62	80,08	90,83
17,5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	24	31,00	36,97
18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,00	0,00
Total	2976	0,00	365	0,00	2044	0,00	2044	2044	2109,00	0,00	5140	6639,29	9.079,80
												MÁXIMO	599,23

Fonte: FRANCO, adaptado por SILVA 2016.

