

INSTITUTO DE ARQUITETURA E URBANISMO - USP

CONSTRUÇÕES SUSTENTÁVEIS – PROJETO E CONFORTO

SANEAMENTO E MEIO AMBIENTE PARA ARQUITETURA

Prof. Tadeu Fabrício Malheiros

Grupo IV – Ana Carolina Carvalho Figueiredo, Luisa Brunaldi dos Santos e Milena Cristina Sartori

São Carlos, 12 de maio de 2014

1. Introdução

Refletir sobre o consumo de recursos naturais e como é possível diminuir as pressões sobre eles para que ocorra o desenvolvimento sustentável tem sido primordial para a arquitetura e urbanismo. O projeto de edificações, considerando o conforto, pode ser um contribuinte relevante nessa cadeia que possibilita a sustentabilidade, considerando que esta depende de pelo menos três determinantes: físico-químicos, biológicos e sociais. Principalmente a instância social se relaciona estreitamente com o conforto nas edificações e, por conseguinte, com o papel do profissional de arquitetura.

O arquiteto deve pensar em projetos que considerem os parâmetros de conforto e sustentabilidade no uso dos recursos (boas questões de iluminação e ventilação, utilização de materiais recicláveis e que, por ventura, também sejam reciclados e mão-de-obra qualificada de modo a evitar os desperdícios, por exemplo). Pode-se, assim, poupar recursos ambientais e gerar economias significativas em setores que utilizam deles, mesmo que indiretamente, tais como a energia elétrica.

Ao projetar um edifício que se adeque à insolação e ventilação naturais do local onde ele está, a economia com a instalação de equipamentos que gerem conforto nessas edificações é significativa. Em um projeto bem elaborado de acordo com questões de sustentabilidade, evita-se o uso de ar condicionados e ventiladores e pode-se realizar um melhor aproveitamento da luz natural nos ambientes, trazendo significativas economias.

É possível, então, integrar a prática arquitetônica com a questão ambiental e verificar suas potencialidades e limitações, planejando, ainda, não apenas edifícios, mas áreas urbanas de grande porte. Pode-se observar que a sustentabilidade nesses campos de atuação tem sido amplamente apoiada, inclusive, com a criação de selos de critérios que devem ser seguidos para que uma edificação seja considerada sustentável. O Selo Casa Azul, criado pela Caixa Econômica Federal em 2010 é um manual de Boas Práticas para Habitação Mais Sustentável e prevê o reconhecimento de projetos que contribuam com a redução de impactos ambientais e incentiva a realização de novos empreendimentos que considerem seus 53 critérios, estes ligados a temas tais como projeto e conforto, gestão da água, qualidade urbana, eficiência energética, conservação de recursos materiais e práticas sociais.

2. Objetivo

Partindo do entendimento de que o conforto das edificações é essencial para a melhoria da qualidade de vida dos usuários realiza-se a análise dos blocos A e E do Alojamento de estudantes da

Universidade de São Paulo, São Carlos. A análise do conforto deve considerar, principalmente, as questões de projeto e conforto e eficiência energética presentes no Selo Casa Azul e, posteriormente, devem ser propostas melhorias para esses espaços, caso seja pertinente.

Como metodologia de coleta de dados utilizou-se de entrevistas com moradores de ambos os blocos, questionário online disponibilizado para todos os moradores do alojamento estudantil no Facebook, visita técnica onde foram realizados registros fotográficos e análise do projeto arquitetônico. Durante as visitas, foram observados os diversos critérios identificados pelo Selo, os quais constam nas seguintes tabelas.

Critérios de avaliação – Categoria Projeto e Conforto
1. Paisagismo
2. Flexibilidade de projeto
3. Relação com a vizinhança
4. Solução alternativa de transporte
5. Local para coleta seletiva
6. Equipamentos de lazer, sociais e esportivos
7. Desempenho térmico – vedações
8. Desempenho térmico – orientação ao sol e ventos
9. Iluminação natural de áreas comuns
10. Ventilação e iluminação natural de banheiros
11. Adequação às condições físicas do terreno

Critérios de avaliação – Categoria Eficiência Energética
1. Lâmpadas de baixo consumo – áreas privativas
2. Dispositivos economizadores – áreas comuns
3. Sistema de aquecimento solar
4. Sistema de aquecimento a gás
5. Medição individualizada – gás
6. Elevadores eficientes
7. Eletrodomésticos eficientes
8. Fontes alternativas de energia

3. Contexto

O Alojamento da USP São Carlos é composto hoje por 5 blocos de moradias (A, B, C, D e E); ou seja, são 124 quartos construídos totalizando 252 vagas. Neste estudo, vamos analisar o bloco A (chamado de “Velho”) e o bloco E (chamado de “Novérrimo”), objetivando mostrar contrastes e evoluções de um projeto para o outro.

O “Velho” começou a ser construído em 1963, para abrigar estudantes de pós-graduação. Entretanto, com o golpe militar de 64, as obras foram paralisadas, pois não era interessante para a ditadura manter estudantes morando dentro do espaço da universidade. Em 1967, a obra é concluída, mas agora o prédio é destinado a abrigar atletas que participariam dos Jogos Abertos do Interior, campeonato esportivo que naquele ano foi sediado em São Carlos. Com o término dos jogos, o edifício ficou sem uso.

Em 1968, com um agravamento da situação de estudantes que não podiam pagar aluguel, e assim, não tinham condições de morar em São Carlos para estudar na USP, os estudantes do Campus ocuparam o prédio ocioso. Para manter a ocupação e resolver os problemas que surgiam, os moradores se organizaram através da Autogestão, na qual o prédio é organizado pelos próprios moradores, de forma autônoma em relação à universidade.

Em 1986, a demanda por moradia continuou aumentando, assim como o preço dos aluguéis; assim, saíram às ruas para denunciar a especulação imobiliária e reivindicar a construção de novos alojamentos. Como resultado houve a construção dos blocos B e C.

Entretanto, antes de concluir as obras, a COSEAS (Coordenadoria de Serviço Social da USP) ameaça o Aloja dizendo que a USP não terminaria as obras se os moradores não abrissem mão da Autogestão, passando a administração e a seleção do Alojamento para sua competência. O Aloja não aceita e ocupa os blocos B e C ainda inacabados. E são os próprios moradores que vão fazendo ajustes para melhorar a estrutura desses blocos.

O período sem superlotação do Alojamento durou pouco e, em 1991, mais uma vez se tem uma grande demanda para um número reduzido de vagas. Apesar de alertar a Prefeitura do Campus da necessidade de expansão da moradia, esta não atua para atender a elevada demanda. Nesse cenário, mais uma vez os moradores enxergam como única saída pressionar a prefeitura através da ocupação de um bloco de salas de aulas (o bloco C, assim como em 2007). Depois de um longo e duro período de negociação, o Aloja sai vitorioso e conquista a construção do “Novíssimo” (bloco D).

Em 2007, a superlotação do Alojamento tornou-se insustentável novamente; os quartos, com capacidade máxima para 2 pessoas, abrigavam de cinco a seis moradores. As negociações com os órgãos burocráticos da USP, iniciadas em 2003, tinham sido negadas. Assim, com uma assembleia no início do ano, ocupa-se um bloco de salas de aula do Campus (o bloco C). Depois de 5 meses e meio de ocupação e muita negociação, o Alojamento conseguiu fazer com que suas reivindicações fossem atendidas: a construção de mais um bloco, o bloco E.

4. Construções sustentáveis - Ciclo de Vida dos Edifícios

Segundo especialistas, o objetivo geral ao se considerar o ciclo de vida das construções é tornar o processo de construir mais seguro, saudável e sustentável em todas as suas fases. Para tal, devem ser consideradas algumas atitudes básicas tais como a utilização de materiais recuperados e reciclados; buscar utilizar materiais renováveis; reduzir o consumo de água e energia na obra; aumentar o conforto ambiental do edifício; criar um edifício que demande o mínimo de manutenção e promover a demolição seletiva quando o edifício não for mais usado.

Além disso, ressalta-se a importância de promover aos usuários que suas atitudes em relação ao uso dos edifícios sejam sustentáveis, se estendendo à fase de construção. Um exemplo desse tipo de atitude e que pode ser incentivada já na fase de projeto é a previsão de locais onde possam ocorrer a fácil triagem de resíduos domésticos, promovendo a reciclagem.

Nessa vertente de pensamento voltado à sustentabilidade prevê-se em lei que até 2020, as obras públicas deverão usar no mínimo 5% de materiais reciclados. Esse tipo de atitude pode ser apenas o início da promoção de práticas que conscientizem desde os gestores dos edifícios e os responsáveis pelos projetos até quem se utiliza das edificações.

5. Análise climática de São Carlos

A cidade de São Carlos localiza-se na latitude 22° ao sul e longitude 47° a leste, a 830m de altitude. O clima da região é o Tropical de Altitude, com verões chuvosos e invernos secos. O mês mais frio do ano é julho, com temperaturas médias oscilando entre 11,4°C e 22,1°C. O mês mais quente, por sua vez, é fevereiro, com temperaturas médias oscilando entre 17,7°C e 27,2°C.

O mês de dezembro apresenta a menor amplitude térmica, com variações de temperatura médias durante o mês de 8°C. Os meses mais quentes (do equinócio de primavera ao equinócio de outono) apresentam amplitude térmica menor em razão da umidade relativa mais alta (da ordem de 70 %), enquanto que os meses mais frios apresentam amplitude térmica maior decorrente de sua umidade relativa mais baixa (da ordem de 60%). A precipitação pluviométrica está em torno de 1500 mm anuais. A ventilação predominante encontra-se a leste, seguidamente de sudeste e nordeste.

De acordo com a ABNT 15220 a cidade de São Carlos encontra-se localizada na zona bioclimática 4 para a qual são assinaladas algumas estratégias gerais a fim de condicionar conforto térmico nas edificações. Para essa localização são indicadas aberturas médias sombreadas (área de abertura entre 15 e 25% em relação à área de piso), vedações externas com alta inércia térmica (materiais com baixa transmitância térmica), cobertura leve e isolada, ventilação seletiva nos períodos mais quentes, bem como aquecimento solar passivo nos períodos frios.

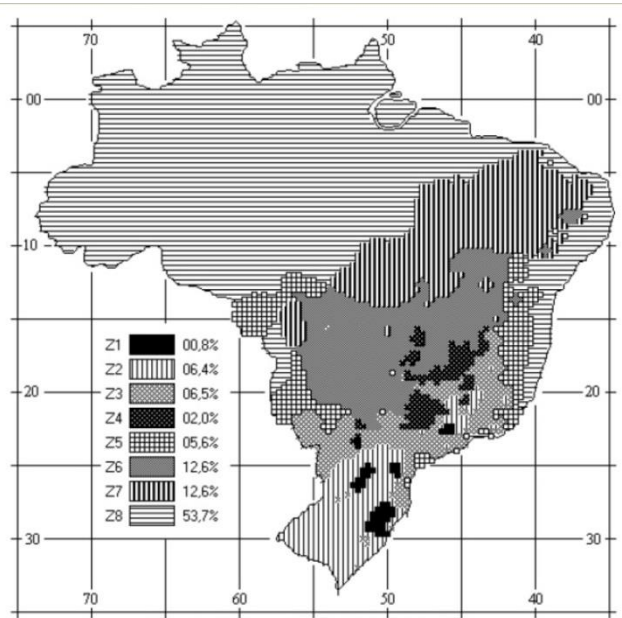


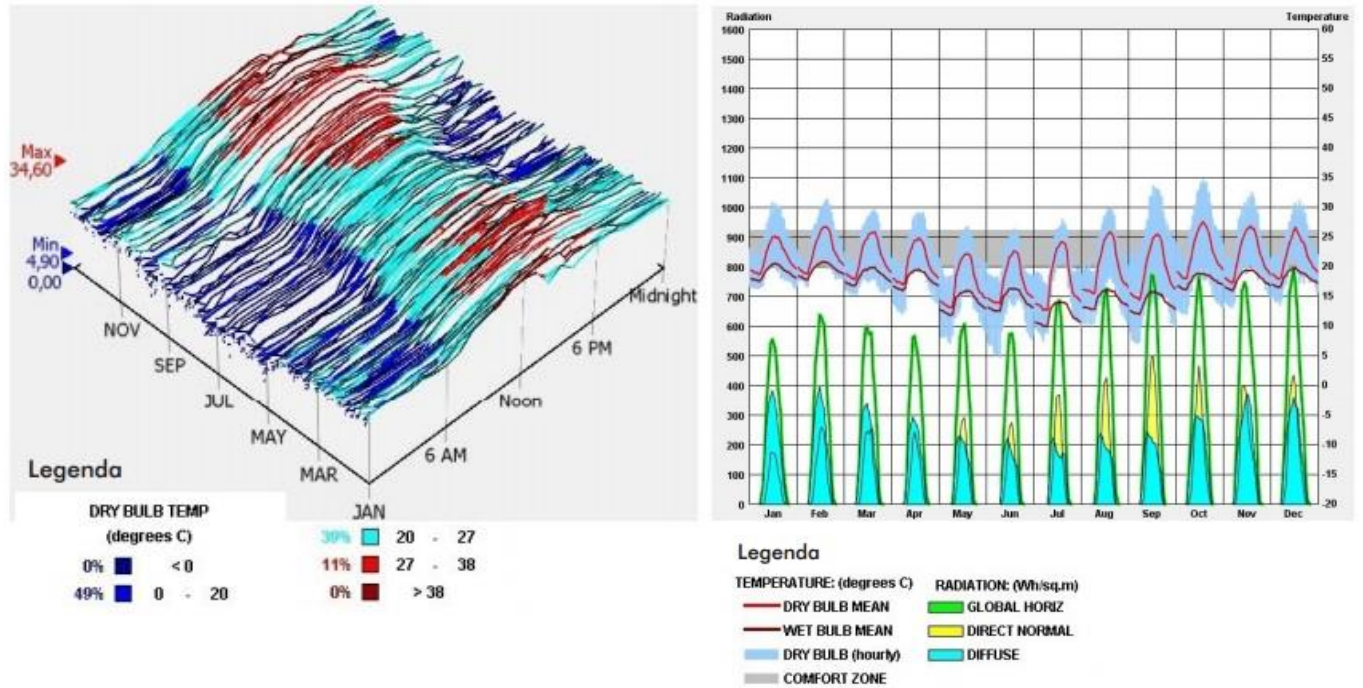
Figura 1 - Zoneamento bioclimático brasileiro.

Fonte: Norma 15220, ABNT

5.1.1 Temperatura e Umidade

Utilizando como referência os gráficos gerados pelo software Climate Consultant, pode-se estabelecer que a média anual de temperaturas para a cidade de São Carlos é 19.83°C, mantendo-se na chamada Zona de Conforto da Carta Bioclimática durante a maior parte do ano (com temperaturas entre 20 e 27.5°C). Usualmente, a temperatura não ultrapassa os 38°C em nenhum período do ano. Ainda de acordo com a análise realizada no mesmo software, a umidade relativa detém níveis relativamente

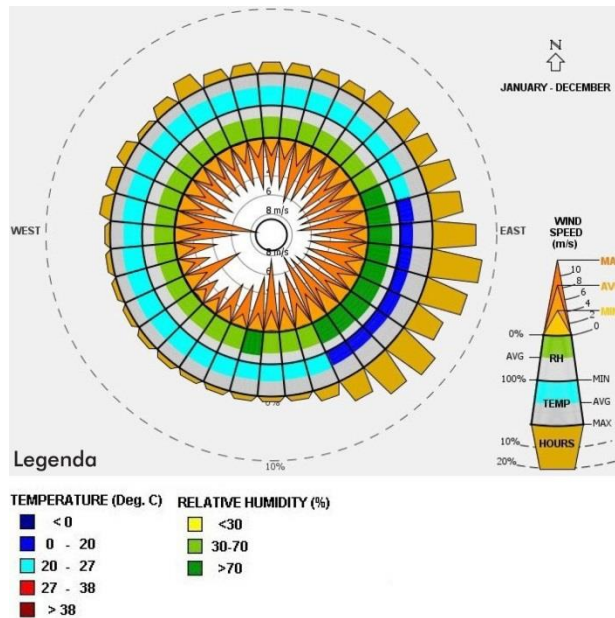
baixos, sobretudo na parte central do dia e no período de inverno, sendo o mês de Julho o de menor umidade do ano com taxas, em média, de 30%. Considera-se, que a amplitude térmica média apresentada na cidade é bastante elevada, chegando a patamares de aproximadamente 10°C nos meses de inverno, influenciada pela umidade, já analisada. Isto se dá posto que quanto mais seco o ar, maior a variação térmica, uma vez que a água funciona como amenizador de amplitudes.



Fonte: Climate Consultant

5.1.2 Ventilações

Os gráficos, retirados do software Climate Consultant 4.0, nos mostram a predominância da incidência de ventos na fachada nordeste, leste e sudeste. A velocidade média de incidência anual está em torno de 2m/s, com extremos de quase 9m/s ou nenhuma velocidade. Dessa forma, a estratégia indicada para esta localidade é o uso da ventilação cruzada dentro dos ambientes. Assim, as maiores aberturas devem estar situadas nas fachadas de maior incidência (nordeste, leste e sudeste) de modo que sirvam para a entrada do ar e sua renovação dentro dos ambientes internos.



Fonte: Climate Consultant

Após estas considerações, pode-se diagnosticar uma série de estratégias projetuais que devem ser utilizadas na cidade de São Carlos, assim como em toda Zona Bioclimática 4. Dentre elas, encontra-se a necessidade de permitir o resfriamento evaporativo seletivo que possa ser acionado quando a taxa de umidade se encontra baixa e as temperaturas diárias muito altas e o uso de paredes pesadas nas residências cuja grande inércia térmica acarreta um atraso e um amortecimento térmico considerável, sobretudo no inverno. Recomenda-se, ainda, o sombreamento das fachadas e a permeabilidade de ventilação não somente higiênica, mas cruzada ao longo do verão; em contraponto à possibilidade de aquecimento por insolação e a manutenção apenas da ventilação higiênica no inverno como maneiras de garantir o conforto térmico.

6. Coleta de dados

6.1 Projeto arquitetônico das edificações

O material digital foi disponibilizado em CD pela Prefeitura do Campus, em anexo.

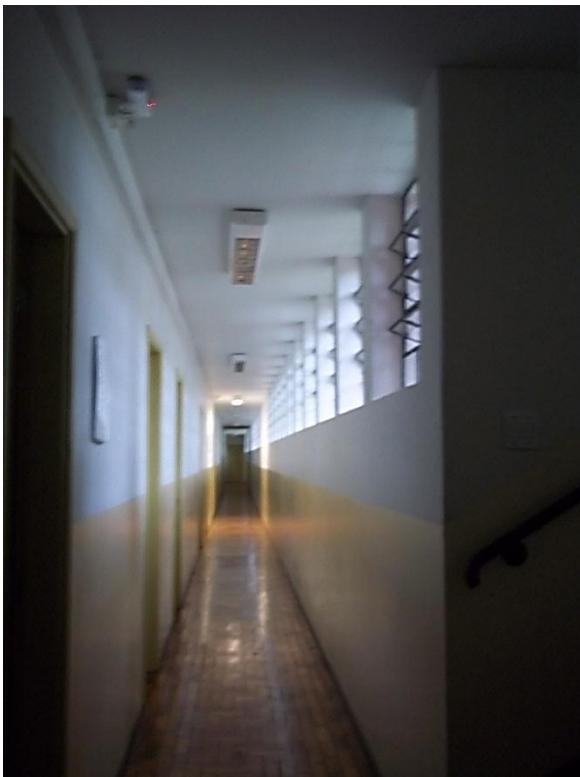
6.2 Material levantado nas visitas

6.2.1 Bloco A

O edifício comporta 32 quartos e 4 banheiros, com uma planta bastante comum em alojamentos, distribuída ao longo de corredores longitudinais que perpassam todo o edifício e articulam-se com a circulação vertical. Os quartos, projetados para 2 alunos comportam, geralmente, de 3 a 4 alunos, devido ao caráter da gestão do alojamento, que garante a moradia à todos os alunos que necessitem.

Recentemente, na passagem de 2011 para 2012, o bloco passou por uma reforma, a qual procurou realizar melhorias no sistema hidráulico do edifício e também abordou outros aspectos, como a troca de algumas esquadrias que interferiam no conforto térmico, como por exemplo, as atuais esquadrias do corredor, que substituíram elementos vazados de abertura permanente.

O corredor apresenta sensores de identificação dos usuários de modo a reduzir o consumo de energia desnecessária, são os chamados dispositivos economizadores de energia; e também é favorecido por aberturas em toda sua extensão, as quais, embora não propiciem uma ventilação cruzada, iluminam o ambiente e cumprem um papel mais eficiente na ventilação do que os blocos translúcidos que eram utilizados antes da reforma do edifício.



Corredor de circulação e acesso aos quartos



Dispositivo economizador de energia do corredor

Os banheiros, por sua vez, apresentam as mesmas aberturas do corredor em sua face externa, e pequenas aberturas através de elementos vazados em sua face voltada ao corredor, de modo que apresentam ventilação cruzada, ainda que insuficiente, visto que tem aberturas que abrem para outro espaço interno.



Janela do banheiro



Elemento vazado do banheiro, aberto para o corredor

Em relação aos quartos, observou-se que também não apresentam ventilação cruzada, exceto pela porta de entrada, a qual se encontra fechada na maior parte das vezes. A opção pelas portas da varanda substituindo as janelas faz com que os alunos tenham que mantê-las sempre abertas para ventilação, o que não seria possível a noite. A solução para esta questão está através das bandeiras colocadas sobre as portas, que propiciam a ventilação do ambiente ainda que as portas estejam fechadas.

Nota-se, ainda, que na maioria dos quartos os alunos apresentam geladeiras e outros eletrodomésticos próprios, por questões de comodidade. Dessa forma, o consumo energético do edifício, o qual é pago exclusivamente pela USP, sem custo aos alunos, aumenta consideravelmente.



Porta da varanda, no quarto



Geladeira para uso restrito dos alunos do quarto

As áreas de uso coletivo internas constituem-se pelas áreas da cozinha e copa e por uma área destinada à guarda de bicicletas, visando reduzir a possibilidade de furtos. Muitos dos alunos moradores utilizam a bicicleta como meio de transporte, dentro do campus ou, principalmente, em seu exterior.

Na cozinha, observa-se o incentivo, por parte dos alunos, à coleta seletiva. Há cartazes colados e também lixos destinados à cada tipo de resíduo da coleta. O material coletado é, ao fim, levado ao programa USP Recicla, no interior da própria Universidade, para ser reciclado.



Separação do lixo reciclável



Bicicletário

Por fim, as áreas de estar são compostas por uma área externa ao edifício, coberta e fechada apenas por elementos vazados, e também por seu entorno, no qual há um campo de futebol improvisado, por exemplo. Em geral, as áreas coletivas apresentam grande uso por parte dos estudantes, seja ele diário ou para ocasionais eventos.

Na área externa, os alunos administram uma composteira, ainda que precária, e uma horta coletiva, as quais foram implementadas pelos próprios moradores, a partir de cursos que fizeram no programa USP Recicla, e visam atender à todos os alunos do bloco e também à outras pessoas interessadas.



Área de estar externa



Composteira dos alunos

A implantação do edifício se adequa à condição do terreno, sendo implantado favoravelmente às curvas de nível, sobre uma superfície que se torna quase plana. A implantação do edifício respeita uma distância das demais edificações de seu entorno, de modo que é possível criar entre eles áreas de vegetação que contribuem para o sombreamento do alojamento. Em geral, não há problemas com insolação nos quartos, dispostos à Norte, e sombreados pela vegetação circundante.



Horta dos alunos

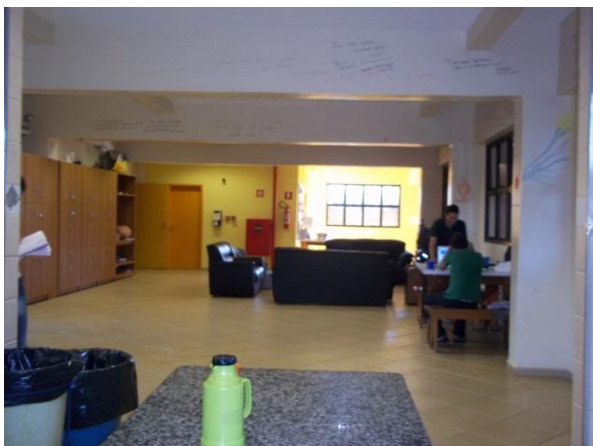


Área externa, com campo de futebol

6.2.2 Bloco E

O edifício do bloco E apresenta, em relação ao bloco A, ambientes mais amplos, principalmente as áreas de estar e os corredores de circulação. O pé-direito da edificação é bastante elevado (aproximadamente 3,5m de altura), o que interfere na propagação do som e, conseqüentemente, no conforto acústico dos ambientes, de modo que o som de um seja ouvido no outro.

Os ambientes são, de modo geral, bastante iluminados e ventilados, principalmente aqueles de uso comum. As áreas comuns internas são constituídas por uma sala, uma cozinha, uma lavandeira, um bicicletário, distribuídos no térreo, e uma sala de estudos, esta no terceiro pavimento. Todas essas áreas são bastante utilizadas pelos alunos moradores do bloco e contam com amplas aberturas ao longo de toda sua extensão, além de ventilação cruzada.



Área de estar



Bicicletário



Corredor de circulação



Sala de estudos

Os quartos, por sua vez, destinados à dois alunos apenas, não apresentam ventilação cruzada, exceto pelas duas portas que constituem sua abertura (a porta de entrada e a da varanda). Assim como no outro alojamento, a ventilação não é permitida se as portas não ficarem abertas, o que não é possível a noite, por questões de segurança.

Além disso, os quartos do bloco E, diferentemente do bloco A, não apresentam bandeira na porta da varanda, de modo que não há nenhuma forma de ventilação sem a manutenção da porta

aberta. Alguns quartos, também, são em geral muito frio, em qualquer estação do ano, pois não há incidência solar.

Assim como no outro alojamento, os alunos mantêm geladeiras e outros eletrodomésticos em seus quartos, o que aumenta o consumo energético do edifício. Além disso, o bloco E não apresenta nenhum dispositivo economizador de energia nas áreas de circulação, de modo que as luzes permanecem todas ligadas ou apagadas, independentemente se há ou não pessoas utilizando o ambiente. Outra característica importante desse bloco observada é que, mesmo durante o dia, nas áreas de uso comum, bastante iluminadas, as luzes permanecem acesas, o que constitui um baixo aproveitamento do recurso de iluminação natural concedido aos ambientes.



Luzes sempre acesas

O bloco apresenta mais eletrodomésticos do que o outro bloco analisado. O consumo de água e energia do edifício é, assim como no outro bloco, pago inteiramente pela USP, sem custo aos alunos, o que pode refletir neste comportamento inadequado de manutenção das luzes acesas. Este bloco, diferentemente do outro, possui um gerador de energia em caso de queda de luz.

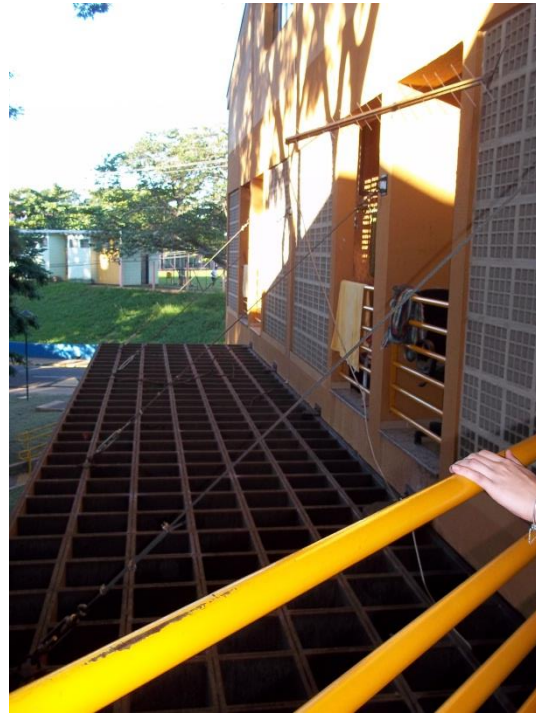
Os banheiros apresentam boa iluminação, no entanto, a ventilação cruzada somente se dá pela porta. Não há bandeira ou nenhum outro elemento vazado, como havia no outro bloco.

Por fim, as áreas externas são bastante sombreadas pelo paisagismo circundante, apresentando uma arborização considerável, além de utilizarem, para algumas áreas de estar externa ou para a

entrada principal, elementos em grelha que constituem um brise soleil. Não há, na implantação do edifício, nenhuma outra edificação que possa constituir-se enquanto barreira, pois ela apresenta um considerável recuo dos outros edifícios, no caso, outros blocos de alojamentos. Além disso, a topografia em que se insere é quase plana, sem se apresentar como grande problema para a implantação.



Área externa

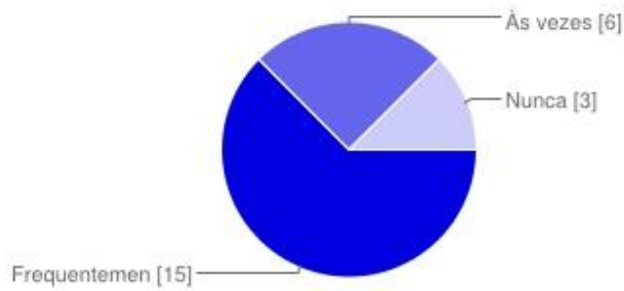


Brise do pavimento inferior

6.3 Questionário

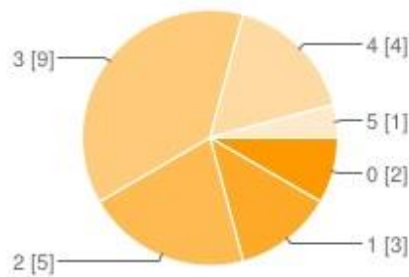
As questões foram disponibilizadas na rede social Facebook, em dois grupos de alunos do alojamento (Aloja - Território Livre e Aloja USP São Carlos) e, até o presente momento, foi respondido por 24 pessoas. Abaixo, constam os resultados parciais obtidos no questionamento.

Você faz uso da coleta seletiva?



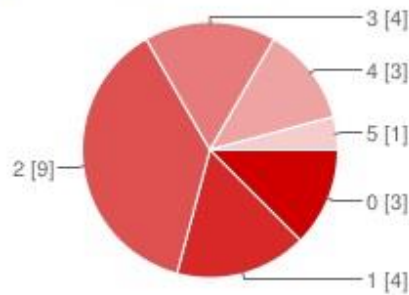
Frequentemente	15	63%
Às vezes	6	25%
Nunca	3	13%

De 0 a 5 que nota você daria ao conforto térmico do alojá?



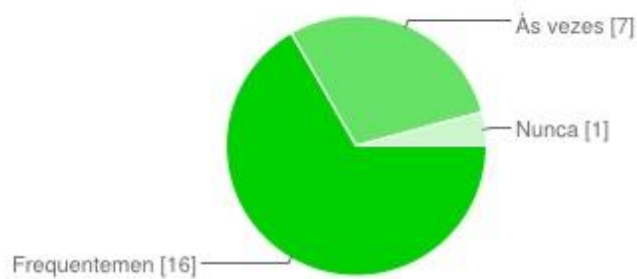
0	2	8%
1	3	13%
2	5	21%
3	9	38%
4	4	17%
5	1	4%

De 0 a 5 que nota você daria ao conforto acústico do alojá?



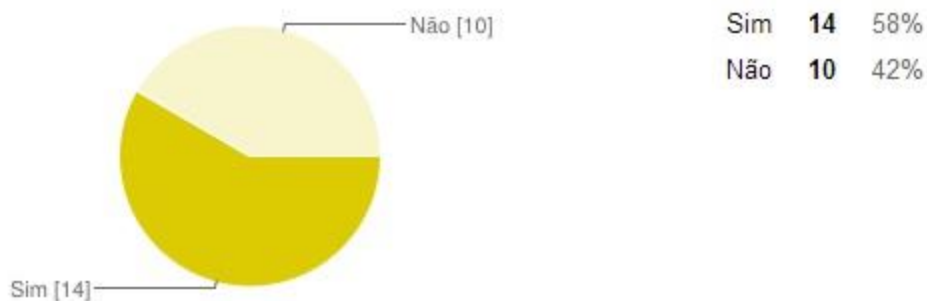
0	3	13%
1	4	17%
2	9	38%
3	4	17%
4	3	13%
5	1	4%

Você utiliza o espaço de convivência?



Frequentemente	16	67%
Às vezes	7	29%
Nunca	1	4%

Você toma medidas de economia de energia?



Se sim, quais as medidas de economia de energia que você toma?

1. Evito manter luzes acesas.
2. Luz e banho.
3. Apago a luz quando saio do recinto (banheiro, cozinha, quando não há ninguém, quarto).
4. Apagar as luzes ao sair do ambiente, não mantê-las acesas durante o dia, etc. Sempre desligar as luzes dos banheiros quando estão acesas.
5. Apagar luz ao sair do quarto, desligar ventiladores ao não usá-lo mais.
6. Desligar as lâmpadas quando não utilizadas e evitar banhos quentes.
7. Apagar as luzes que não estão sendo usadas, usar luz do sol ao invés de lâmpadas, usar água aquecida pelo aquecedor solar ao invés de aquecida por energia elétrica
8. Desligo o chuveiro para me ensaboar; desligo luzes, incluindo das áreas comuns, quando o dia amanhece.
9. Não utilizar as lâmpadas durante o dia, banhos menos demorados, não deixar a porta da geladeira aberta.
10. Não tomar banhos demorados, Não deixar geladeira aberta - OBS: as geladeiras dos alojamentos são bem antigas e consomem mais energia procuro não deixar luzes acesas no quarto ou banheiros quando não estou no ambiente, assim como só acendemos as luzes dos outros ambientes (salas, cozinha) quando já escureceu.

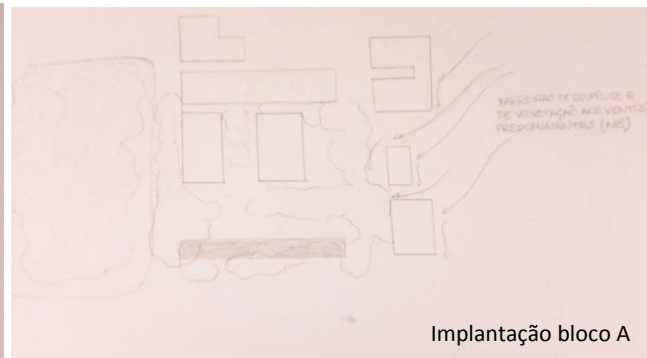
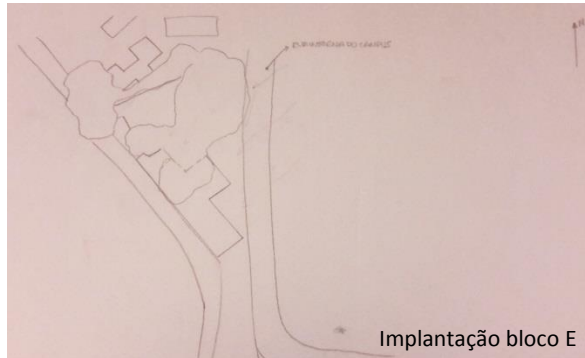
7. Análise do material levantado

7.1 Aspectos comparativos entre os alojamentos (Bloco A e Bloco E)

A partir das visitas foram obtidos dados para análise dos aspectos de conforto e sustentabilidade dos blocos. Esses dados foram organizados em uma tabela comparativa entre os resultados coletados nos dois edifícios.

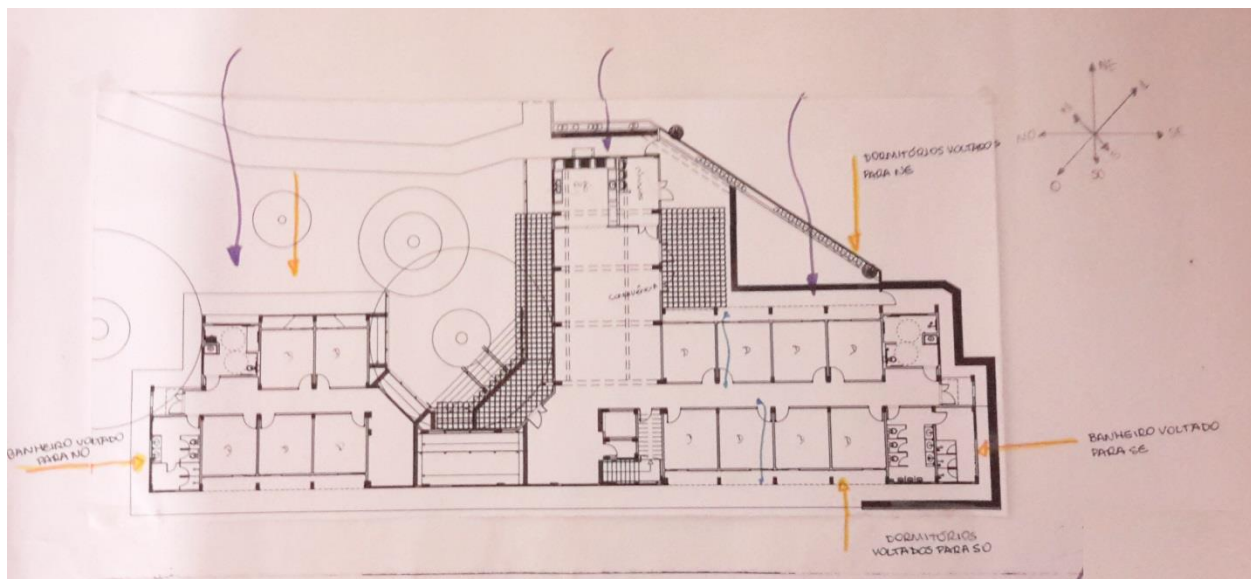
Aspectos da edificação	Alojamento Bloco A	Alojamento Bloco E
Sombreamento por vegetação	Sim	Sim
Gerador de Energia	Não	Sim
Solução alternativa de transporte	Sim	Sim
Iluminação natural nas áreas comuns	Sim	Sim
Ventilação e iluminação natural de banheiros	Sim	Sim
Local para coleta seletiva	Sim	Não
Horta de uso comunitário	Sim	Não
Compostagem	Sim	Não
Dispositivos economizadores de energia	Sim	Não
Área de estar interna	Não	Sim
Área de estar externa	Sim	Sim
Sistema de aquecimento solar	Não	Não
Sistema de aquecimento a gás	Não	Não
Medição individualizada	Não	Não

7.2 Estudos de ventilação e iluminação



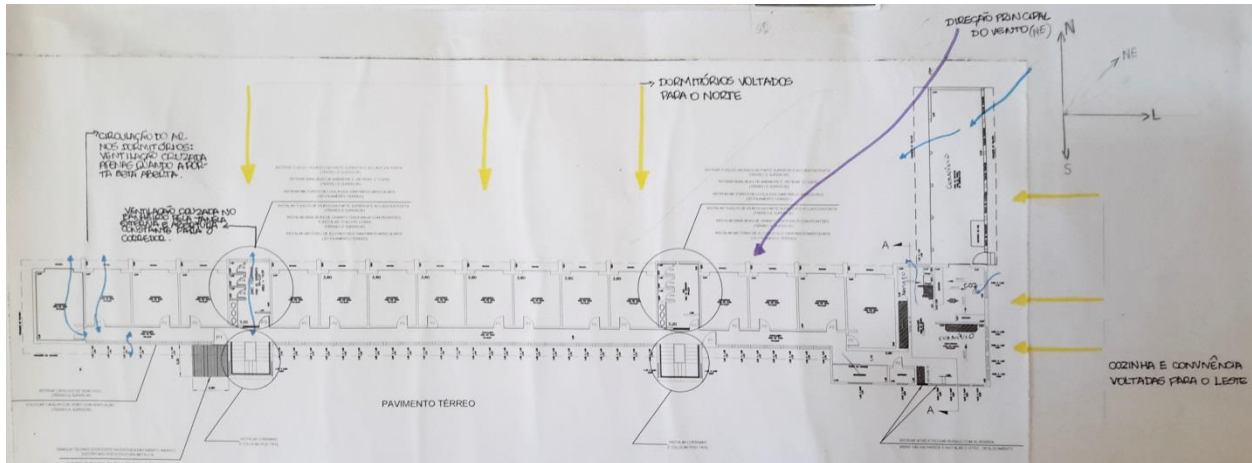
Do estudo da ventilação na implantação dos blocos, observa-se:

Bloco A: Edifícios e vegetação desviando em parte os ventos principais a NE e a L.



Planta Bloco E

Bloco E: Alguma vegetação na direção NE, mas L e SE desimpedidos e maior parte dos comôdos orientados à NE, com boa ventilação.



Da análise da planta dos blocos, observa-se:

Dormitórios: no bloco A, eles estão todos voltados para o Norte, o que é ruim pois eles vão receber o sol no seu período mais intenso no verão e no inverno quase não recebe insolação, tornando o ambiente desconfortável termicamente; enquanto no bloco E, os quartos estão voltados para o NE e para o SO, o que torna o conforto deles melhor.

Além disso, no bloco E, os dormitórios voltados para NE recebem uma boa ventilação pois estão na direção dos ventos principais, enquanto os dormitórios a SO do bloco E e a N do bloco A recebem são piores ventilados já que as principais direções dos ventos são NE, L e SE.

Banheiros: no bloco A estão todos voltados para o Norte; na questão de iluminação tudo bem, entretanto na questão de ventilação não é uma boa orientação, já que não recebem os principais ventos. Já no bloco E os banheiros estão voltados para o NO e SE, este último recebendo uma boa ventilação e o primeiro uma boa iluminação.

Área comum: no bloco A a área comum está voltada para o Leste, recebendo uma boa iluminação pela manhã e boa ventilação. Já no bloco E, a área comum é voltada para o SE e NO, recebendo uma boa ventilação do SE e iluminação do NO.

Cozinha e área de serviço: no bloco A, estão voltadas para o Leste recebendo uma boa iluminação pela manhã e boa ventilação. Já no bloco E, estão voltadas para o NE, recebendo também uma boa ventilação e iluminação razoável.

8. Propostas

8.1 Paredes

A estrutura é, certamente, a base de qualquer construção. Assim, quando se fala de construção sustentável é imprescindível observar como levar a sustentabilidade a esses elementos. As alternativas sustentáveis são aquelas que geram menores impactos ambientais tanto no processo de fabricação quanto no transporte, utilização e descarte final. Dessa maneira, sejam eles feitos de materiais reciclados, naturais ou simplesmente pensados de forma a gerar menos danos ao meio ambiente, o que importa é que haja planejamento antes de começar a fase de construção.

A cidade de São Carlos está localizada na Zona Bioclimática 4, segundo a ABNT 15220 e, assim, são recomendadas vedações pesadas com alta inércia térmica. Em termos técnicos, significa que a Transmitância Térmica (U) deve ser igual ou inferior à 2,20; o Atraso Térmico deve ser igual ou superior à 6,5 horas e o Fator Solar igual ou inferior à 3,5.

Contudo, considerando fatores como a sustentabilidade e evitando a utilização de tijolos de concreto ou cerâmica convencionais em um bloco de alojamento estudantil futuro, é proposto o uso de tijolo ecológico. Composto de terra, cimento e água prensados, os tijolos de solo-cimento (também conhecidos como tijolos ecológicos) constituem uma alternativa mais sustentável para a construção em alvenaria. Esses elementos, após pequeno período de cura, garantem resistência à compressão simples similar à dos tijolos maciços e blocos cerâmicos.



Parede de tijolos de solo-cimento

É importante observar que, em relação a um tijolo convencional apresenta uma série de vantagens, dentre elas a fabricação livre de queima evitando a emissão de CO²; redução na duração da obra; o custo final da obra pode ser reduzido cerca de 20%; podem, em geral, ser produzidos com o próprio solo local e no canteiro de obras, reduzindo ou evitando o custo de transporte; a regularidade de suas formas requer argamassa de assentamento de espessura mínima e uniforme; podem dispensar o uso de revestimento, desde que protegidos da ação direta da água, sendo, portanto, recomendáveis para paredes com tijolos à vista; aceita aplicação de reboco, pintura, gesso e afins diretamente sobre o tijolo; devido aos furos internos possui propriedades termo acústicas e permite embutir tubulações elétrica e hidráulicas, evitando a quebra de paredes e desperdício de material.

Porém, um contraponto encontrado na utilização desse tipo de tijolo está na necessidade de utilização de mão-de-obra bastante especializada. Isto ocorre para que ao realizar a mistura de materiais para a fabricação do tijolo, não se percam características essenciais que levam à menor durabilidade do produto. É devido à essa pequena imprecisão, inclusive, que muitos especialistas recomendam que o tijolo de solo-cimento seja usado em vedações internas, mas evitado externamente onde há contato com chuva, insolação e intempéries.

É importante salientar que embora a escolha tenha sido por esse tipo de tijolo, existem diversas outras alternativas capazes de satisfazer critérios de sustentabilidade. Dentre essa variedade de tipos existem os blocos de entulho, os tijolos de terra, blocos de pedra, bambu, madeira certificada e, inclusive, garrafas de vidro e PET.

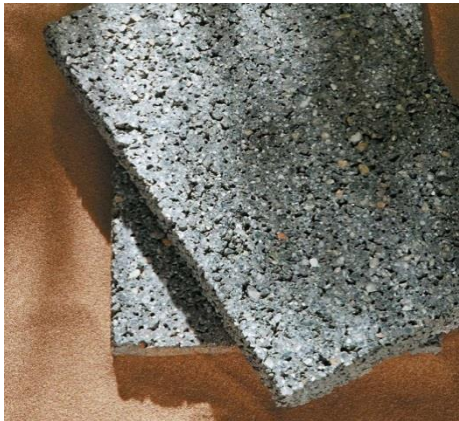
8.2 Pisos

8.2.1 Piso Externo

Para a pavimentação do exterior do edifício, recomenda-se o uso de pisos permeáveis ou semi-permeáveis com índice de permeabilidade >90%. Com isso, tem-se uma maior sustentabilidade do edifício, que vai ajudar a compor o sistema de drenagem do campus, ajudando não apenas na infiltração das águas pluviais como também funcionando como filtro para essa água.

Assim, tem-se a sugestão dos seguintes pisos:

- Disponíveis no formato 40 x 40 cm, as peças da linha Ekko Plus (Castelatto) contam com três tons. O índice de permeabilidade supera 90%. Na cor cinza, o m² vale R\$ 169, na Ibiza Acabamentos.



- No tom terracota, o Megadreno, da Braston, mede 25 x 25 cm e mistura diferentes cores de granilha. Com 91% de permeabilidade, sai por R\$ 97 o m².



- Resíduos reciclados de cerâmica integram o Drenac, da Gytoku. Sua capacidade de vazão de água chega a 82%. O tamanho 20 x 20 cm tem preço a partir de R\$ 168 o m²



- Com 50 x 50 cm, as placas do Acquadreno, da Antígua, contam apenas com pedras brasileiras na composição. A taxa de permeabilidade ultrapassa 95%. Na Textura Y Cor, o m² custa R\$ 168.



- Na cor vermelha, o piso da Tecnogran deixa passar mais de 90% da água. Indicado para tráfego leve, mede 40 x 40 cm e vale R\$ 62 o m², sem o frete.



- As peças da Oterprem usam as juntas alargadas para aumentar sua permeabilidade, acima de 80%. As cores marrom (20 x 20 cm) e cinza (10 x 20 cm) custam R\$ 54 e R\$ 45 o m², respectivamente.



- Os espaços internos do Pisograma Sextavado (50 x 50 cm), da Pavicon, são reservados para o crescimento de plantas, recurso que amplia a permeabilidade do produto (varia entre 50 e 100%). Por R\$ 34 o m², sem o frete.



8.2.2 Piso Interno

Um dos desconfortos observados dos moradores era a passagem de ruídos do andar de cima para o de baixo. Para atenuar esse ruído de impacto, sugere-se o uso da técnica do piso flutuante, hoje cada vez mais aplicada para esse fim. O piso flutuante consiste na elaboração de “sanduíches”: as partes mais rígidas, laje de entre-piso e o revestimento final são entrepostas por uma camada de material resiliente que reduz a transmissão do ruído de impacto, funcionando como um isolante acústico.

Pensando nisso, baseia-se na tese “ESTUDO COMPARATIVO ENTRE AS MODERNAS COMPOSIÇÕES DE PISOS FLUTUANTES QUANTO AO DESEMPENHO NO ISOLAMENTO AO RUÍDO DE IMPACTO”, de Miguel

Angelo Teixeira Pedroso, que analisa o quanto um material resiliente reduz o ruído de impacto quando colocado em um sistema convencional, usa então: revestimento final (porcelanato ou madeira) – contrapiso – material isolante – laje convencional (Imagem 1).

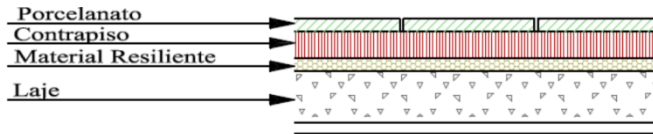


Imagem 1. Modelo para estudo na tese citada

Como resultado da pesquisa, obteve-se o gráfico comparativo de desempenho físico-financeiro dos materiais resilientes abaixo (Imagem 2), que nos dá a relação de custo e melhoria no desempenho acústico no caso de uso de porcelanato como revestimento final ou a madeira.

A partir deste gráfico, o grupo recomenda o uso de revestimento final em laminado de madeira com o isolante Rubberflex, pois ele apresenta o melhor custo-benefício.

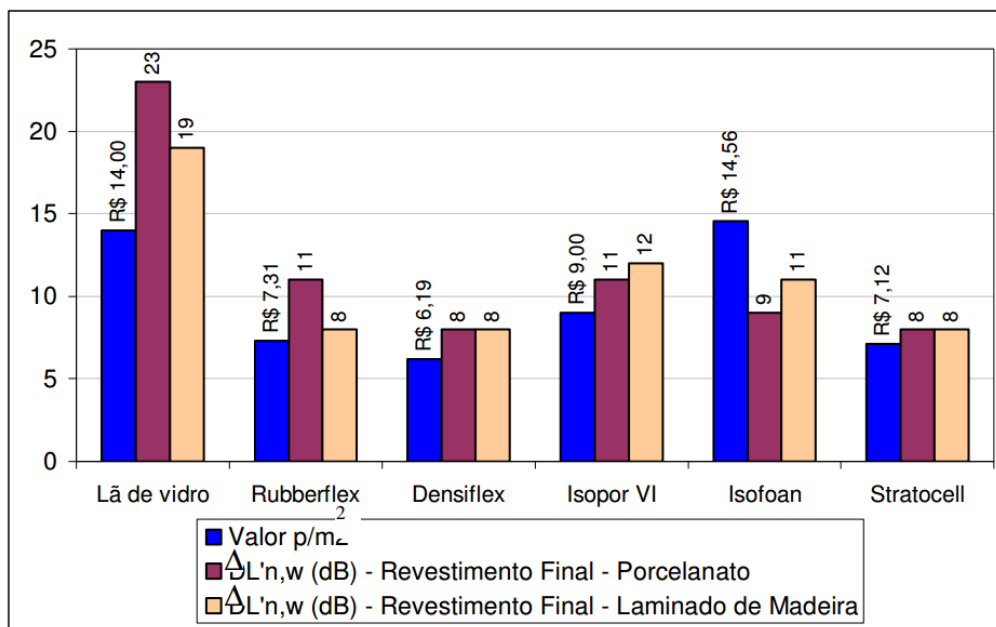


Imagem 2. Gráfico comparativo de desempenho físico-financeiro de materiais isolantes

8.3 Coberturas

8.3.1 Telha de PET

A telha de PET introduz-se no contexto de busca por novas tecnologias que tenham as questões sustentáveis e ecológicas como prioridade. A opção pela reciclagem favorece a diminuição da exploração dos recursos naturais e também dos impactos ambientais causados pela exploração, bem como o descarte inapropriado do lixo.

As telhas de PET são fabricadas a partir da mistura de resinas poliméricas e carbonato de cálcio. Também são acrescentados aditivos de proteção Anti-UV para evitar a degradação pela radiação solar.

Podem apresentar diversas cores, como azul, amarela e vermelha, sendo que a cor marrom-cerâmica se iguala às telhas de cerâmica convencionais. Além disso, a opção translúcida permite luminosidade ao ambiente coberto, sendo indicada para coberturas que necessitam transparência.

Sua dimensão é de 53 cm de largura por 35,5 cm de comprimento e seu peso é menor do que 6 kg/m² (aproximadamente 10 vezes menor que o peso de telhas de barro). Devido a seu peso menor, a telha de PET requer uma estrutura mais leve para sua fixação, de modo que há uso de aproximadamente 1/3 do material que seria utilizado para a fixação da telha convencional, o que representa uma economia em sua obra.

Somado à isso, sua fixação é realizada através de abraçadeiras de nylon especiais que garantem que a cobertura esteja presa à estrutura mesmo em situações de ventos fortes. A facilidade na execução da cobertura reduz o tempo de obra, o que também resultou em economia.

Uma de suas vantagens é que a telha de PET não apresenta a porosidade que há nas telhas cerâmicas, de modo que evita, assim, o acúmulo de umidade e mofo e a necessidade de ser limpa constantemente. Além disso, apresenta excepcional estabilidade térmica, resistindo à temperaturas mais altas (85°C), se comparadas às temperaturas máximas a que um telhado convencional pode ser exposto sem danos (50°C).

Sua resina garante que a telha não resseque ou trinque quando exposto à variações térmicas. Dessa forma, as telhas de PET podem apresentar durabilidade até 5 vezes maior do que as telhas convencionais.

Apesar das vantagens, o custo das telhas de PET, aproximadamente R\$ 35, ainda são maiores do que o das telhas convencionais, aproximadamente R\$ 20. Isso se deve ao seu alto custo de produção, que ainda utiliza tecnologia nova em seu processo de transformação do material e se realiza longe dos

grandes centros urbanos. No entanto, como já mencionado, a economia se dá em sua estrutura de fixação e redução do tempo de obra.

Portanto, pelos benefícios ecológicos e de preservação do meio ambiente que são viabilizados com a utilização de telhas de PET, se comparada às telhas convencionais, é indicado o seu uso. Somado à isso, com o aumento de investimentos e avanços na tecnologia de produção, é possível que a utilização das telhas de PET tornem-se, muito em breve, economicamente mais acessíveis, como as telhas convencionais.



Aplicações de telhas de PET.

8.3.2 Telhado verde econômico

O telhado verde é tido como uma alternativa bioclimática se considerados seus benefícios ambientais, no que se refere à sua contribuição para a redução dos efeitos de ilhas de calor nas cidades, da poluição atmosférica e também na manutenção biológica que promove nos centros urbanos. Além disso, contribui para a drenagem da água a chuva, reduzindo o escoamento de água.

Quanto aos benefícios que traz para a edificação, em particular, o telhado verde contribui para a ampliação do conforto acústico e melhoria nas condições internas do edifício, objetivo do presente trabalho, na medida em que adiciona uma camada de terra e vegetação na cobertura da edificação, que funciona como isolante acústico e contribui para a resfriamento do ambiente interno, diminuindo a necessidade do uso de climatizadores e ar condicionado.

No entanto, a limitação do telhado verde encontra-se em seu elevado custo inicial, além da necessidade de manutenção constante para manter a cobertura funcionando corretamente. Algumas

desvantagens que podem decorrer da falta de manutenção dos telhados verdes são o risco de atrair pragas urbanas, como o mosquito da dengue, por exemplo, ou infiltrações.

Tendo em vista estas desvantagens e limitações, propõem-se a instalação de um telhado verde que utilize materiais de baixo custo, possíveis de serem realizados pelos próprios alunos e que devam ser constantemente mantidos por eles. O telhado em questão é decorrente de uma pesquisa chamada Montagem de um telhado verde com a utilização de materiais de baixo custo, realizada no Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais.

Conforme estabelecido na norma ABNT 15220, para a zona bioclimática 4, na qual São Carlos se insere, é recomendado o uso de coberturas leves e isoladas. Uma solução encontrada para a cobertura que atende a esses requisitos é o uso da telha de fibrocimento (sem amianto), com forro de madeira, conforme imagem ao lado, garantindo um atraso térmico de 1,3h nos ambientes internos.

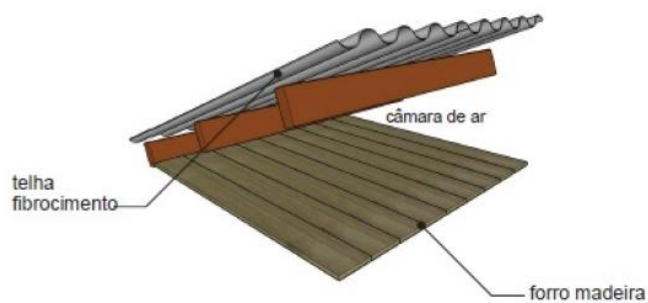


Imagem feita pelas alunas.

Essa solução converge com a solução utilizada na pesquisa mencionada relativa ao telhado verde econômico. Desse modo, a cobertura de fibrocimento é comprovadamente capaz de suportar o peso do telhado, um dos problemas comumente utilizados na aplicação de coberturas verdes.

A proposta consiste na realização de fileiras de garrafas PET, forradas com uma manta de BIDIM ou tecido poliéster e embalagem de tetrapack, utilizada como refletor, além de terra vegetal e terra proveniente de compostagem e uma mudas de espécies vegetais, como batata doce ou amendoim. A escolha pela espécie vegetal se deu em função da possibilidade de cultivo alimentício, aumentando o benefício da cobertura para os usuários. Para beneficiar a drenagem, é possível instalar tubulações nas garrafas e realizar a coleta da água pluvial, retida na cobertura e filtrada pelas mantas de BIDIM.



Protótipos realizados na pesquisa.

O sistema apresenta os benefícios ecológicos e estéticos de um telhado verde, além de possibilitar o reuso da água pluvial e de cultivo alimentício. Têm-se, portanto, nesta solução, uma alternativa viável de cobertura verde que reutiliza materiais descartáveis, que poderiam ser descartados incorretamente, em prol de uma solução que contribui para outros aspectos ambientais já mencionados, além deste.

A solução também é economicamente viável se comparada com outras soluções de telhado verde, apresentando um custo médio final de R\$16/m², enquanto os demais custam em torno de R\$75/m².

No entanto, para o pleno funcionamento da cobertura, torna-se essencial a participação dos alunos na realização e manutenção da mesma. Para isso, os alunos devem aprender e serem acompanhados por políticas internas à universidade, como o USP Recicla ou a Autogestão, por exemplo, que dão assistência à iniciativa.

8.4 Aproveitamento da energia solar

Cada vez mais difundida e propagandeada, o aproveitamento da energia solar através de painéis solares para uso residencial é um ótimo recurso para produção de energia renovável e limpa, diminuindo a demanda de energia do sistema convencional e as contas no final do mês. No Brasil, duas tecnologias são utilizadas para esse fim: o gerador de energia solar residencial e o aquecedor solar de água.

8.4.1 Sistema de energia solar residencial

O sistema de energia solar residencial é formado basicamente de um inversor de corrente e de um painel solar, constituída de diversas células fotovoltaicas. No caso de produção de mais eletricidade do que se está consumindo na hora, há duas opções: ou se armazena em uma bateria, para utilização em dias mais nublados, ou a energia excedente é enviada para a rede pública.

Esse é geralmente um conceito mal interpretado de que é necessária a luz solar direta para a produção de energia solar fotovoltaica. A verdade é que a energia solar pode ser produzida mesmo em dias nublados, mas em menores quantidades. Sendo assim, é correto afirmar que o contato não direto

da luz do sol também pode gerar energia solar. Quão maior o brilho do sol, mais energia solar pode ser gerada.

Diminui a utilização de energia do sistema de distribuição convencional em até 70%, sendo a média de 40%. Além disso, tem a vantagem de que mesmo na falta de energia pelo sistema público, se tem energia na residência.



Imagem dos painéis solares

8.4.2 Sistema de aquecedor solar de água

O sistema de aquecimento de água foi desenvolvido com o propósito de reduzir o consumo de energia elétrica pelo eletrodoméstico que mais utiliza eletricidade, o chuveiro, e atualmente, essa é a forma mais popular da utilização da energia solar residencial no Brasil. A redução do uso da energia elétrica é de cerca de 20% no ano.

No evento de o aquecedor solar não ser capaz de aquecer a água até níveis de temperatura adequados ao banho, o chuveiro ainda pode ser utilizado para terminar de fazer o aquecimento da água. Assim, sua utilização será feita numa potência reduzida, em comparação com um banho utilizando apenas o chuveiro elétrico convencional, o que trará economia em eletricidade mesmo nas temperaturas mais frias onde será estritamente necessário o uso do chuveiro elétrico.

Além disso, como o aquecimento da água é feito independentemente da energia elétrica, mesmo em dias de falta da energia convencional se terá banhos quentes.



Imagem painéis de aquecimento solar

Ambos sistemas tem a desvantagem de terem custos elevados. Entretanto, tais custos se pagam a médio prazo na economia da conta de energia elétrica convencional; além disso, deve-se levar em conta o ganho ambiental que se tem com o uso dessa fonte de energia limpa e renovável.

8.5 Vegetação

Também em acordo com a ABNT 15220, para a Zona Bioclimática à qual São Carlos pertence considera-se a necessidade de sombreamento de aberturas no verão e maior insolação no inverno. Desse modo, propõe-se que sejam utilizadas árvores caducifólias nas áreas de entorno do projeto. Nas árvores da espécie das caducifólias, as folhas caem nas estações sem chuva, ou seja, no outono e no inverno, justamente quando há maior necessidade de luz nos espaços internos dos blocos de alojamento e isso reitera a pertinência do uso desse tipo de vegetação no entorno. Algumas das principais espécies são o ipê, o carvalho, a faia e a noqueira.

Considerando as especificidades do clima da cidade de São Carlos, escolhe-se o Ipê-amarelo. Essa espécie que atinge alturas próximas aos 30 metros, é ideal para climas em que a variação de temperatura se encontra em mínimas em torno de 14,4°C e máximas por volta de 22,4°C. O ipê-amarelo é, ainda, resistente às geadas e é típico de Floresta de Araucárias e dos Cerrados brasileiros. Aqui, a queda das folhas coincide com a floração, entre os meses de julho e setembro.



Ipê amarelo

E considerando que esse tipo de vegetação é proposto para as áreas de vegetação, existe a possibilidade de estender para o resto do campus essa iniciativa. Ocorre essa possibilidade porque embora outros espaços do campus possam não ser voltados para a habitação, sua utilização como espaços de estudo durante várias horas por dia permite que o sombreamento e iluminação controlados pela vegetação sejam trabalhados da mesma maneira. Além disso, é possível planejar uma maior uniformidade do projeto paisagístico presente na totalidade do campus de São Carlos da Universidade de São Paulo.

8.6 Energia Elétrica

No que se refere à economia de energia elétrica, o que se propõem é a troca das lâmpadas incandescentes existentes nas edificações por lâmpadas fluorescentes, vantajosas do ponto de vista econômico.

A lâmpada fluorescente apresenta vida útil até 6 vezes maior que as lâmpadas incandescentes, além de converter de 50 a 85% da energia que consome em luz, em contraponto à 5 a 10% no caso das lâmpadas incandescentes.

Uma vantagem para um ambiente de alta rotatividade como são os alojamentos, é que as lâmpadas fluorescentes podem ser ligadas e desligadas sem o risco de queimá-las, como ocorre com as lâmpadas convencionais. Além disso, elas não emitem calor e após seu uso contínuo, consomem menos energia.

Esses dados indicam uma significativa economia de energia ao longo de seu tempo de vida útil, embora as lâmpadas fluorescentes demandem um investimento inicial cerca de 3 vezes maior.

A escolha pelas lâmpadas fluorescentes ao invés da lâmpada LED, conhecida no mercado por reduzir o consumo energético, se deu em virtude da qualidade da luz demandada pelos ambientes de estudo.

A lâmpada LED não apresenta intensidade de luz suficiente para serem a iluminação principal de ambientes internos, sendo adequados para espaços menores, ou decorativos. Além disso, a lâmpada LED apresenta custo inicial ainda maior e demanda mão de obra qualificada em sua instalação.

Indica-se, nesse caso, o uso de lâmpadas fluorescentes para os alojamentos, realizando as trocas realizadas conforme a queima das antigas lâmpadas já existente na edificação, para que as trocas não indiquem elevado investimento inicial à universidade.



Lâmpadas fluorescentes indicadas, as maiores para áreas comuns e as menores para áreas menores.

Além disso, o uso de sensores de presença em áreas comunitárias, como os corredores de circulação, por exemplo, já existentes no bloco A, também são indicados para o bloco E dos alojamentos.

O mecanismo representa um método eficiente de economia de energia, visto que evitaria desperdícios por esquecimento dos alunos, como ocorre constantemente no bloco E, conforme observado em visita ao edifício.

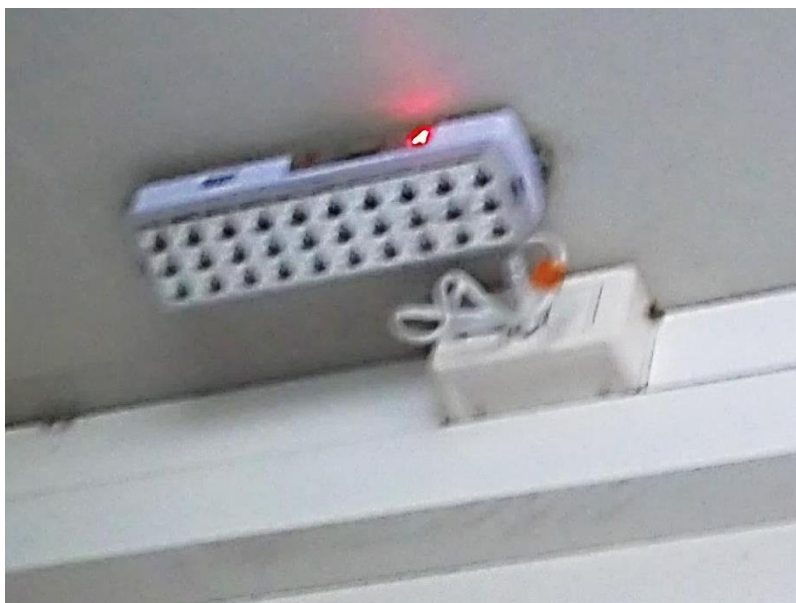


Foto tirada pelas alunas em visita ao bloco A.

8.7 Medidas Socioeducativas

É visível que a questão de sustentabilidade perpassa as atitudes projetuais e se encontra com a relação dos usuários com determinado espaço. Nesse ínterim, é desejo do grupo proporcionar políticas educacionais que incentivem atitudes sustentáveis dentro dos alojamentos estudantis da USP.

Em São Carlos, o programa USP Recicla já promove a coleta seletiva em todos os blocos do alojamento, e para tal incentiva a maior participação dos moradores por meio de cartazes, informes nas assembleias e textos no jornal do alojamento. Além disso, o programa prevê o monitoramento da qualidade da separação desses recicláveis, buscando identificar problemas a serem solucionados, aperfeiçoando o sistema implantado.

Com relação à compostagem, há busca de um maior envolvimento dos moradores para separação dos resíduos orgânicos e manutenção tanto da composteira doméstica (com resíduos da preparação de alimentos e podas) quanto da de folhas, além de oferecer cursos para difusão do conhecimento acerca do processo de compostagem. Há, ainda, uma política voltada para a promoção de oficinas de aproveitamento integral de alimentos com base na metodologia utilizada pelo SESI (Programa Alimente-se Bem), a implantação de horta de temperos e ervas medicinais com a utilização dos compostos orgânicos produzidos nas composteiras; incentivo à reutilização de materiais e a integração entre os moradores; promoção de palestras e ciclo de vídeos para tratar de temas como

sustentabilidade, consumismo, água, energia, resíduos orgânicos, etc. Por último, é meta do programa USP Recicla manter os moradores próximos às atividades de sustentabilidade através do jornal, murais e assembleias.

Assim, é possível perceber o potencial de educação ambiental que pode ser aplicado nos alojamentos e, inclusive, difundido para outras áreas do campus. A fase de projeto é fundamental para definir se uma construção é ou não sustentável, mas as atitudes dos usuários certamente definem a possibilidade de aumentar a potencialidade de tornar um determinado ambiente mais sustentável.

9. Conclusão

Após o estudo e análise da situação dos edifícios de alojamento, observou-se que eles deixam a desejar em sua adequação às questões de conforto e sustentabilidade amplamente debatidas atualmente.

Ou seja, dentro do campus de uma universidade, que, a princípio, tem o papel de criar e difundir conceitos e atitudes em prol da melhora das condições de vida da população, que deveria dar o exemplo para a comunidade de como se comportar e agir frente aos problemas ambientais cada vez mais evidentes nas cidades, não há uma preocupação muito grande e evidente em aplicar em seus edifícios as várias tecnologias e conceitos que vem sendo desenvolvidos nesse setor.

Os próprios edifícios do campus poderiam ser pensados, desde sua concepção, de modo mais sustentável e visando melhor o conforto da edificação, além da criação de programas de conscientização e educação dos usuários dos mesmos.

Assim, diante dessa constatação, o grupo sugeriu algumas possíveis soluções para serem adotadas em caso de reformas dos edifícios atuais de alojamento e sugestões de medidas para as quais deveria-se atentar em construções futuras, que levam mais em consideração o ciclo de vida do edifício, visando sua maior eficiência em termos ambientais.

Além disso, adotando tais medidas, os edifícios citados poderiam melhor cumprir seu papel social diante da população, mostrando as novas possibilidades para construções de qualidade, difundindo, assim, essas soluções que podem e devem ser adotadas em toda a cidade.

10. Referências Bibliográficas

Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais. Montagem de um telhado verde com a utilização de materiais de baixo custo. Belo Horizonte, 2011.

PEDROSO, M.. ESTUDO COMPARATIVO ENTRE AS MODERNAS COMPOSIÇÕES DE PISOS FLUTUANTES QUANTO AO DESEMPENHO NO ISOLAMENTO AO RUÍDO DE IMPACTO. Tese de mestrado – Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, 2007.

Introdução a energia solar residencial. Disponível em: <<http://energiasolarresidencial.net/>> Acesso em: jun. 2014.

Rosanti, A. Pisos Permeáveis e seus usos. Tese de doutorado – USP. São Paulo, 2013.