

ANÁLISE DAS DIRETRIZES SUSTENTÁVEIS DO PROJETO DO CENTRO DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL DE ALVORADA, A PARTIR DOS PADRÕES DE CHRISTOPHER ALEXANDER

Maira O. Pires (maira.opires@gmail.com); Janaine F. Gaelzer Timm (janainetimm@hotmail.com); Isadora C. Hackenhaar (ichackenhaar@gmail.com); Miguel Aloysio Sattler (masattler@gmail.com)

Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) - Brazil

Palavras chave: projeto sustentável, estratégias passivas, diretrizes sustentáveis, impacto ambiental, edificação, padrões Christopher Alexander.

A indústria da construção civil é um dos setores que mais geram impactos ambientais. Tal cenário é incompatível com a capacidade regenerativa da Terra. Christopher Alexander desenvolveu, então, uma perspectiva holística na qual propõe padrões para humanização do espaço construído. O presente artigo analisa como as decisões projetuais, a partir dos padrões de Alexander, podem influenciar na definição de um projeto com menor impacto socioeconômico ambiental. O estudo de caso do Centro de Educação Ambiental de Alvorada é apresentado e suas estratégias detalhadas, e, ao final, são resumidos os padrões identificados no projeto. Concluiu-se que, com projetos arquitetônicos pensados a partir de princípios regenerativos e que se identificam com os padrões propostos por Alexander, pode-se construir edificações com baixo custo econômico e baixo impacto ambiental, além de um alto impacto social para construtores e usuários.

1. INTRODUÇÃO

A indústria da construção civil é um dos setores que mais geram impactos ambientais, uma vez que, consome cerca de 60% dos recursos naturais, 45% da energia produzida, gera 40% do total de resíduos produzidos em uma cidade, tendo sido responsável, em 2010, por 19% de todas as emissões globais de Gases do Efeito Estufa (GEE) (BRIBIÁN; et al., 2011; ANTÓN; DÍAZ, 2014; IPCC, 2014; IRIBARREN et al., 2015). Tal cenário é incompatível com a capacidade regenerativa da Terra e requer mudanças significativas nos meios de produzir, construir e habitar. Diferentes pesquisas investigam meios de diminuir os impactos atrelados ao ambiente construído, explorando a incorporação de resíduos em materiais, como o cimento; otimizando a gestão de obras; desenvolvendo novas tecnologias; aprimorando técnicas construtivas; entre outras. Alexander (2013) expressa as preocupações referentes ao impacto socioambiental da construção civil e, por meio de uma perspectiva holística, propõe padrões para ambientes vivos e saudáveis, que integram forma e contexto. Da mesma forma, o autor destaca a importância da participação do usuário neste processo. O objetivo do presente trabalho é o de ilustrar, por meio de um estudo proposto para um Centro de Educação Ambiental, elaborado para a Secretaria de Meio Ambiente do Município de Alvorada, no RS, de que maneira o uso da Linguagem de Padrões, de Christopher Alexander, pode ser utilizado no sentido de enriquecimento do projeto e de orientação na adoção de soluções projetuais, em busca de sua qualificação do ponto de vista arquitetônico, e com visíveis contribuições para a educação ambiental da população alvo. Algumas das estratégias adotadas no projeto são o uso de materiais da região em que será implantado, a gestão das águas residuais no próprio terreno, o uso de técnicas construtivas não convencionais e a produção de energia por meio de placas fotovoltaicas. A investigação avança a partir do estudo de caso de um projeto desenvolvido para a cidade de Alvorada, -

RS e que foi premiado com o segundo lugar no Prêmio de Sustentabilidade em Projeto, no VI Encontro de Sustentabilidade em Projeto (ENSUS 2018).

2. APRESENTAÇÃO DO ESTUDO DE CASO:

Neste tópico são apresentadas as informações relativas ao objeto do estudo de caso.

2.1. Demanda e programa arquitetônico

O projeto para o Centro de Educação Ambiental de Alvorada (CEAA) foi solicitado por representantes da Prefeitura Municipal de Alvorada, Rio Grande do Sul, Brasil ao PPGCI, da UFRGS, e a proposta foi desenvolvida por alunos da pós-graduação, para disciplina de Comunidades Sustentáveis, no ano de 2017. A sua implantação deveria ser no terreno do Parque Botânico de Alvorada e da Secretaria do Meio Ambiente do Município. A ocupação de tal terreno público foi se alterando ao longo dos anos, de acordo com as demandas municipais e decisões de cada gestão administrativa: nos anos 80, ele era explorado para extração de saibro; ao término de sua capacidade, nos anos 90, ele foi convertido em aterro sanitário; na sequência, ele foi empregado como central de materiais de obra; em meados de 2008, a área foi destinada para implantação da Secretaria de Meio Ambiente (SMA/Alvorada). Em 2009, tal órgão conseguiu aprovar o projeto de recuperação ambiental e foi criado o Parque Botânico de Alvorada, com o objetivo de promover o conhecimento e a consciência pública sobre a importância da flora nativa. Para tanto, a SMA/Alvorada fez uso de um local, distinto daquele onde ocorrem as atividades administrativas, para as atividades educacionais.

Depois de uma reunião inicial para compreensão da demanda da SMA/Alvorada e visita ao local, foi desenvolvido o programa de necessidades, composto por: (i) sala de aula, para aproximadamente 35 pessoas, para receber turmas de alunos e capacitar professores; (ii) pequeno museu, para contar a história do Parque Botânico; (iii) biblioteca compacta, para armazenar acervo relativo à educação ambiental; (iv) espaço para exposições da flora e fauna da região; (v) estação de trabalho, para transbordo de funcionários da Secretaria; (vi) sanitários com acesso universal; (vii) previsão de área para possível expansão futura. A configuração proposta visou o desenvolvimento de um espaço de acolhimento da comunidade e valorização do Parque Botânico de Alvorada, permitindo a vivência cultural e ecológica, por meio de um projeto arquitetônico de baixo custo econômico e com baixo impacto ambiental, que se tornaria, também, um objeto de observação e estudo. O terreno conta com aproximadamente 50.000 m² e o espaço disposto para intervenção foi de aproximadamente 200 m², conforme ilustrado na Figura 1.

2.2. Projeto Arquitetônico e diretrizes ambientais

O espaço disponível para implantação do CEAA localiza-se à esquerda da entrada do Jardim Botânico e ao lado do galpão utilizado pela SMA/Alvorada, como local de eventos e depósito, (ver Figura 2). A partir de suas condicionantes, o CEAA foi idealizado como um espaço multifuncional, para atender às demandas educacionais propostas e, suprir a necessidade de espaço para eventos. Da mesma forma, seguindo as premissas de Alexander (2013), o design do CEAA foi proposto de maneira integrada ao ambiente natural do Jardim Botânico, sendo-lhe conferido uma forma orgânica e fluida. O projeto arquitetônico foi elaborado a partir das seguintes diretrizes sustentáveis: (i) materiais reaproveitados e alternativos, de baixo impacto ambiental; (ii) coleta e aproveitamento de águas pluviais; (iii) tratamento modular de esgotos; (iv) iluminação e ventilação naturais; (v) telhado verde; (vi) formas orgânicas; (vii) integração exterior/ interior; (viii) baixo consumo e geração local de energia; (ix) espaços integrados e multiusos; (x) possibilidade de ampliação.



Figura 1. Planta de situação, localizando o terreno de intervenção do CEAA, identificando pré-existências e com imagens ilustrativas da área de intervenção.

A planta baixa e seu respectivo zoneamento estão ilustrados na Figura 3 e contam com a seguinte configuração: hall de acesso (17,60 m²); espaço de aprendizado (52,70 m²); biblioteca e secretaria (31,75 m²); área de circulação (13,45 m²); sanitários para Portadores de Necessidades Especiais (5,50 m²); copa e espaço de estar (17,30 m²). Nas áreas externas, o acesso principal conta com 11,48 m², e o deck, com 27,0 m².

2.3. Sistemas construtivos e materialidade

Por se tratar de um Centro de Educação Ambiental, buscou-se: o emprego de materiais e de técnicas construtivas alternativas; com comprovada origem e abundância na região, ou que pudessem ser reaproveitados; visando o menor impacto ambiental desta nova edificação e à conscientização da comunidade. Segundo Alexander (2013), os materiais usualmente utilizados em construções antigas tendem a uma construção mais orgânica e consequentemente mais duradoura. Idealmente, para o autor, os materiais utilizados devem ser de manuseio fácil e sem necessidade de maquinários pesados, que sejam fáceis de adaptar e variar, e que ainda atendam às necessidades de durabilidade, resistência e manutenibilidade. Esta classe de materiais normalmente se caracteriza por ser ecológica, biodegradável, de baixo consumo de energia e baseada em recursos não esgotáveis.

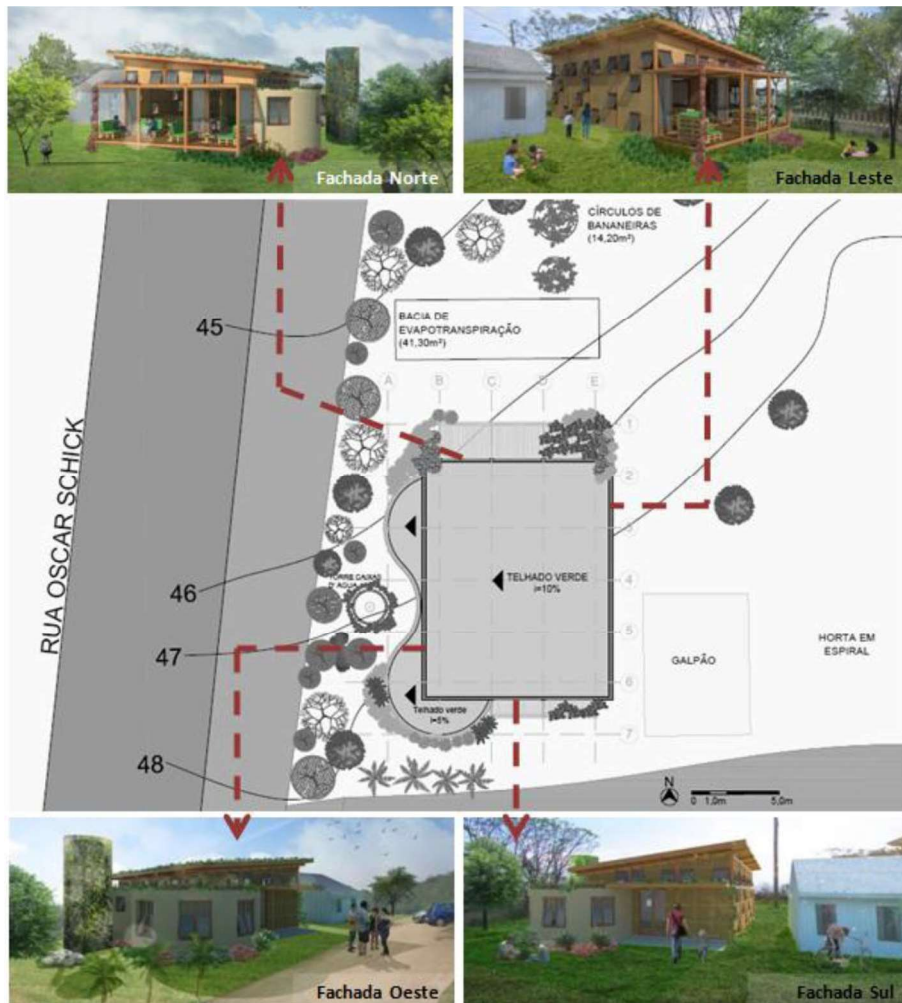


Figura 2. Planta de implantação e fachadas do CEAA.

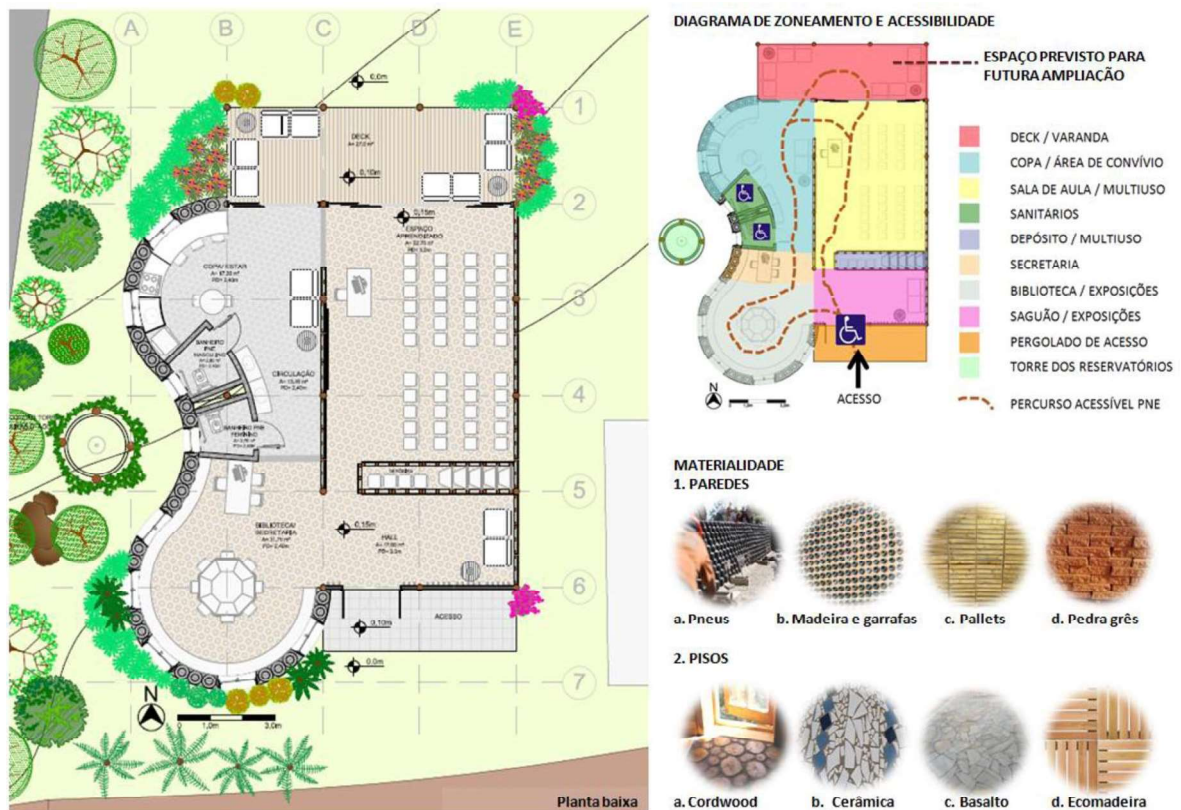


Figura 3. Planta baixa, diagrama de zoneamento e de acessibilidade.

A Figura 4 ilustra, de maneira esquemática, a estrutura do CEEA. A escolha do uso de pneus busca atender à demanda da Secretaria, em reaproveitar os materiais disponíveis no terreno, remanescentes das antigas ocupações do mesmo. Para tanto foi proposta sua aplicação, tanto nas fundações, como no volume orgânico da edificação. Os pneus da fundação são preenchidos com solo de escavação e concreto, sendo posicionada uma armadura de aço para solidarizar a tora de eucalipto aos demais componentes. Para a estrutura do volume principal de pilares e vigas foram utilizados toras de eucalipto tratado, com diâmetro médio de 20 cm.

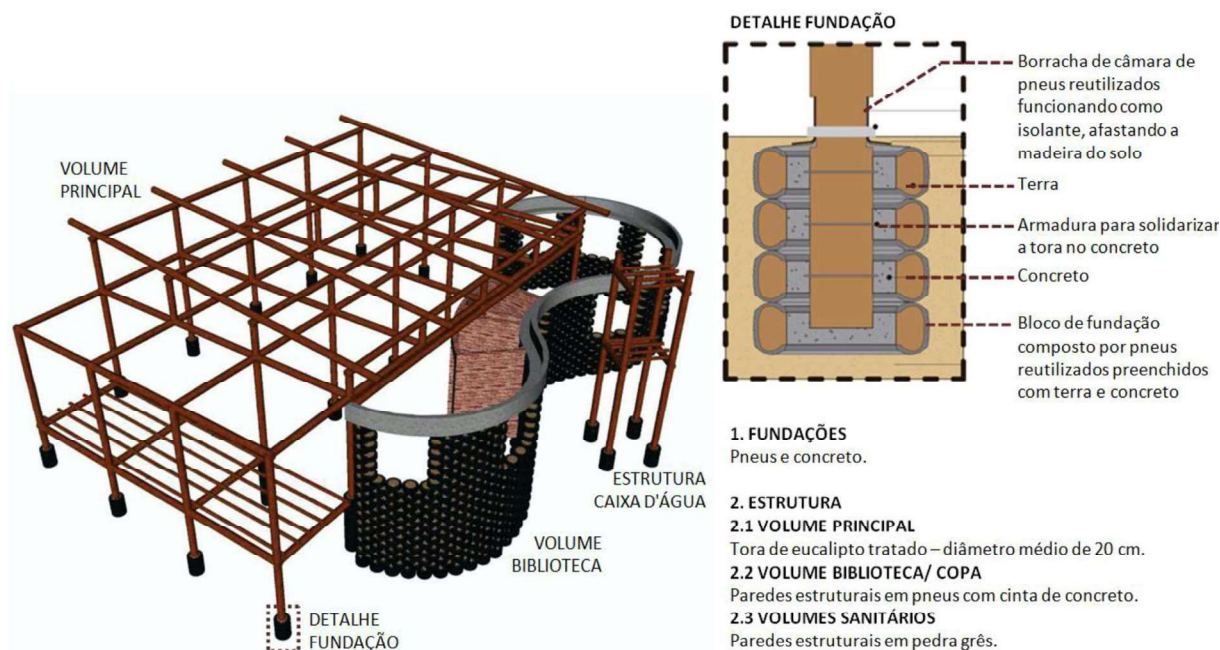


Figura 4. Representação esquemática do sistema estrutural e detalhe da fundação.

Para as vedações verticais foram definidas quatro opções: (i) parede estruturada em chapas de madeira, com perfurações para a inserção de garrafas de vidro reutilizadas, no plano vertical do acesso principal da edificação, de modo a promover iluminação natural difusa e um efeito decorativo de impacto; (ii) parede estruturada em módulos compostos por painéis de pallets, preenchidos com isolantes termo-acústicos e revestidos internamente com chapas de OSB, com planos verticais na fachada norte e leste, e nas divisórias internas móveis e fixas; (iii) parede estruturada de pneus empilhados, contraventados, preenchidos com solo do local, reforçados pontualmente com barras de aço e revestida com “reboco natural”, à base de terra; (iv) pedra grês, abundante na região, no volume da área molhada dos sanitários. Acima da parede estruturada de pneus foi prevista uma cinta em concreto, para apoiar a estrutura do telhado verde.

Nos pisos internos do volume principal foi empregada uma técnica conhecida como *Cordwood Flooring*, que se baseia na utilização de discos de madeira para compor o piso. Neste sentido, previu-se a utilização dos discos de madeira extraídos das paredes. Para as áreas dos sanitários e da copa foi definida a opção de piso, compondo-se mosaicos de peças cerâmicas de demolição. No piso do acesso principal foi proposto um piso de basalto, pedra também abundante na região, que apresenta bom desempenho frente ao escorregamento e durabilidade. E, por fim, para o deck externo foi definido a ecomadeira, produto que incorpora plástico em sua manufatura.

As esquadrias foram projetadas com estrutura de madeira e vidro transparente, em todas as fachadas. Todas foram projetadas para serem facilmente operadas pelo usuário, permitindo que ele ajuste a abertura para circulação do ar. As esquadrias superiores permitem ventilação higiênica, em todas as estações do ano, e estão localizadas na direção de maior

fluxo dos ventos - sentido leste-oeste; e a diferença de alturas das esquadrias também permite que o usuário configure a ventilação convectiva. O vidro transparente permite a entrada de luz solar em abundância, reduzindo o consumo energético de iluminação. Na fachada norte, para reduzir o excesso de radiação solar direta, foi previsto, como elemento de proteção externo, uma pérgola de madeira que se projeta sobre o deck. Para os momentos em que é necessário reduzir a iluminação no interior da sala, para maior privacidade ou escurecimento dos ambientes podem ser utilizados painéis móveis de pallets e também é possível o uso de cortinas internas. Para valorizar a localização do projeto e a integração com a natureza, as visuais para o exterior foram priorizadas por meio do uso de janelas com peitoril baixo, permitindo ampla visualização do exterior para as pessoas que estiverem sentadas.

2.4. Sistemas complementares

Seguindo os preceitos de design regenerativos de Lyle (1994), foram adotadas estratégias de projetos que respeitem os fluxos dos ecossistemas naturais. Segundo Lyle (1994), “o ciclo da água está entre as invenções mais elegantes e duradouras da natureza”. Lyle ainda destaca que o armazenamento de água é um instrumento essencial. Um armazenamento adequado e controle na taxa de uso, conforme seja requerida a sua reposição tornam este sistema equilibrado e sustentável. Com o uso de estratégias de design regenerativo de captação de água, respeitando parte desse ciclo, podem se obter soluções para problemas urbanos, como os de drenagem, e obter demais vantagens. Ferreira e Moruzzi (2007) destacam ainda que, quando utilizados telhados verdes para a captação da água da chuva, os benefícios são potencializados, pois: são capazes de reter o volume d’água em 10-35%, durante a época chuvosa, e em 65-100% durante a época seca; além disto reduzem os picos de escoamento em chuvas intensas, auxiliando no controle da taxa de drenagem urbana em até 45%; auxiliam na manutenção e troca de temperatura entre meio externo e interno; melhoram a qualidade da água, pois retêm a deposição atmosférica; filtram o ar; além de amortecer ruídos.

Dessa maneira, a estratégia adotada para o projeto do CEEA foi o uso combinado de telhado verde com captação de água da chuva, prevendo-se o seu uso. De acordo com o plano de necessidades, o sistema todo foi dimensionado a fim de atender às descargas das bacias sanitárias e a rega de plantas dos jardins nas proximidades do CEEA. Isto porque, segundo o IPT (2015), um sistema usual de tratamento das águas claras (provenientes da chuva) não atende às exigências para uso de higienização, não se permitindo o uso da mesma em torneiras de banheiro ou/ e pia.

Seguindo os preceitos citados, optou-se por se considerar o tratamento da água, para que ela retorne ao ciclo local. Os sistemas convencionais de tratamento e disposição de esgoto são comprovadamente ineficientes no tratamento dos resíduos líquidos gerados pelo homem, visto que interferem de forma a acentuar a sua degradação no ciclo hidrológico (Lyle, 1996). Conforme Ercole (2003), um sistema que trate as águas servidas no local, e permita o aproveitamento dos poluentes destas águas na forma de insumos para a produção vegetal, devolvendo-as, purificadas para o ciclo hidrológico, pela evapotranspiração e infiltração no solo, certamente é mais sustentável que a maioria das soluções hoje adotadas. Desta forma, foram adotadas duas estratégias, dependendo do nível de qualidade das águas de esgoto doméstico:

Para as águas negras, ou seja, para as águas de efluentes de vaso sanitários (MAY, 2009), foi escolhido a bacia de evapotranspiração. Neste sistema, o tratamento do esgoto é realizado por plantas, principalmente bananeiras, mamoeiros, caetés, etc, que consomem os nutrientes da digestão anaeróbia realizada por bactérias. Para esta bacia, sugeriu-se a construção com pneus e entulho de obras reutilizáveis, além de ferro cimento, brita, areia, e terra adubada (IPOEMA, 2011). Já, para as águas cinzas, ou seja, águas residuárias

provenientes de chuveiros; lavatórios; máquinas e tanques de lavar roupas e pias (MAY, 2009) foi escolhido o círculo de bananeiras. Os círculos funcionam de maneira similar à bacia de evapotranspiração, porém em dimensões menores. Neste caso, a construção sugerida é com base em uma escavação realizada no próprio solo, preenchida com material orgânico (troncos e galhos grossos de árvores) e um canteiro adubado onde podem ser cultivadas as bananeiras, ou outras árvores que oferecem subprodutos florestais (IPOEMA, 2011).

3. METODOLOGIA DA ANÁLISE

A análise das diretrizes de sustentabilidade do projeto do CEAA foi realizada a partir dos padrões propostos por Christopher Alexander. O autor desenvolveu 253 padrões ou parâmetros projetuais para a humanização do espaço construído, abordados no volume 1, *The Timeless Way of Building*, e no volume 2, *A Pattern Language: Towns - Buildings - Construction*, dois volumes integrantes de uma mesma obra. No primeiro volume há instruções para o uso da linguagem para criar uma edificação ou cidade, e, no segundo, há o agrupamento dos padrões em temáticas específicas, de acordo com a sua escala e a descrição detalhada de cada um. Os padrões estão organizados de forma linear, iniciando por áreas maiores e chegando ao nível do detalhe: regiões, cidades, bairros, conjuntos de edificações, edificações, ambientes e nichos, e finalizando com os detalhes construtivos. Quando os padrões são combinados, juntos eles compõem uma linguagem. De acordo com o autor, nenhum padrão é uma entidade isolada; portanto, cada um se relaciona com padrões de maior escala ou mais abrangentes. Tratando-se de uma única edificação e seu entorno, a leitura é dividida em duas etapas: Concepção do projeto arquitetônico, e elementos de construção. A primeira, inicia nos padrões relacionados à determinação da posição da edificação, de acordo com a natureza do terreno e demais condicionantes ambientais; passa pelos padrões referentes a espaços externos e internos, configurados juntos; padrões relacionados às relações internas da edificação; padrões que se referem à amarração do interior ao exterior da edificação, tratando a interface entre os dois espaços como um lugar em si; aqueles relacionados ao arranjo dos jardins e sua implantação; ambientes secundários e nichos agregados; e calibração do formato e dimensões dos ambientes. A segunda etapa, abrange os grupos de padrões referentes à geração da estrutura, em função da concepção da edificação; ao arranjo estrutural completo; fundações; aberturas; revestimentos; detalhes e ornamentos.

4. RESULTADOS:

Os conceitos propostos por Alexander (2013) tratam de uma linguagem ambiental de características holísticas, pois os padrões ultrapassam os requisitos formais e contextuais, expresando, também, relações sócio-espaciais (ANDRADE, 2011). Neste trabalho, foi proposta uma leitura do projeto para o CEAA por meio dos conceitos de Alexander (2013). Os padrões de Alexander incorporados ao projeto do CEAA foram os padrões listados na Tabela 1 e descritos na Figuras 5.

Grupo	Padrão	Descrição
1	104. Edificação melhorando o sítio	Considerar o terreno e suas edificações como um ecossistema vivo e unitário (valorização da vista)
	105. Orientação solar para espaço externo	Implantar a edificação ao sul, permitindo que o espaço externo fique ao norte (varanda a norte, valorização da vista)
	107. Alas para luz natural	Evitar ambientes com profundidades maiores que 7,5 m.
2	110. Entrada Principal	A entrada principal deve ser posicionada em um local visível, com forma forte e de destaque (Está localizada na via de acesso ao Parque)
	112. Espaço de transição	Espaço entre a rua e a entrada marcado por uma mudança. (de desnível e de superfície)
3	128. Luz do sol no interior	Distribuir os ambientes principais ao longo da fachada norte
	130. Ambiente de entrada	Hall (ambiente com pouco mobiliário) e varanda definem o limite entre interior e exterior
	131. Circulação através dos cômodos	Evitar uso de corredores, criar circulação direta entre os ambientes proporcionando um circuito pela edificação
	135. Mosaico de luz e sombra	Alterar áreas de diferentes níveis de luminosidade (parede com garrafas provoca uma luminosidade diferente das demais áreas)
4	159. Iluminação natural vinda de dois lados - cada ambiente	Pessoas tendem ocupar ambientes iluminados por mais de um lado (Todos ambientes possuem)
	160. Bordas da Edificação	Tratar a interface da edificação com o exterior como um lugar.
	161. Lugar ensolarado	Proporcionar um local ensolarado entre a edificação e a área externa para as pessoas permanecerem (varanda ao norte)
	162. Fachada sul;	Formar uma cascata que desce gradualmente até o solo para reduzir a sombra da edificação. (Diferenças de altura entre os volumes)
	163. Sala de estar externa	Espaço externo bem definido com colunas, pérgolas, treliças... (varanda é definida por colunas e pergolado)
	166. Varandas e galerias	Construir elementos em volta da edificação e conectá-los aos ambientes internos principalmente quando voltados para espaços públicos. (varandas, a sul principalmente)
5	172. Jardins espontâneos	Deixar plantas crescerem mais próximo a como elas se desenvolvem na natureza, sem vasos e sim com barreiras feitas de pedras e tijolos
6	180. Lugar junto à janela	Espaço para passar tempo, colocar assentos ao lado delas
7	190. Pés-direito variáveis	As alturas de pé-direito devem ser variadas para criar diferenças entre ambientes
	192. Janelas voltadas para a vida lá fora	As janelas devem ser grandes suficientes e bem posicionadas para mostrar a vista no exterior

Grupo	Padrão	Descrição
8	205. Estrutura congruente aos espaços habitáveis	Distribuir elementos estruturais de acordo com os espaços habitáveis da edificação
	206. Estrutura eficiente	A estrutura é pensada para esta interação, logo, são definidos os espaços sem que a estrutura interfira
	207. Materiais apropriados	Os materiais são sustentáveis; foram escolhidos a medida que são funcionais para a estruturação da edificação, mantendo o padrão 205
	208. Enrijecimento gradual	A estrutura inicial deve ser leve, e gradualmente envolta e composta por materiais que enrijessem a construção;
9	209. Sistema da cobertura	Os telhados devem representar o propósito social da edificação, e as dimensões deles devem seguir a mesma premissa
	211. Espessamento das paredes externas	As paredes externas devem ser largas, para que recebam bancos e prateleiras internas; Parede biblioteca
	212. Pilares nas quinas	Os pilares da estrutura devem estar posicionados nas quinas dos cômodos, permitindo que o espaço de molde ao usuário (205)
10	214. Pilares contínuos com as sapatas.	As fundações devem ser uma sequência do pilar, se estendendo ao chão e criando um sistema integral com o solo
11	221. Portas e janelas naturais	As esquadrias deve estar em posições e tamanhos pensados para que interajam com o espaço externo
	222. Peitoril baixo	As janelas devem ter altura baixa, para que permitam o contato com o espaço externo
	225. Batentes com bordas engrossadas	A composição de janelas e portas devem considerar as esquadrias como parte integrante da estrutura, não apenas como aberturas; porta principal composta com a parede como um todo
12	233. Zonas de piso	Os ambientes devem ter pisos diferentes, para distinguir espaços públicos de espaços privados, considerando a maciez do material de cada ambiente
	235. Paredes com faces internas suaves	Fazer paredes que sejam convidativas e confortáveis ao toque
	236. Janelas que se abrem totalmente	Algumas janelas devem ter abertura amplas, e devem ser abertas para um espaço externo agradável ao usuário
13	241. Posicionamento dos bancos externos	Devem se escolher lugares para se sentar no espaço externo que estejam em locais agradáveis
	246. Trepadeiras	Em lugares ensolarados, deixar espaço para o crescimento de trepadeiras
14	250. Tons de terra	Adicione cor a decoração e faça a luz interior viva e aconchegante

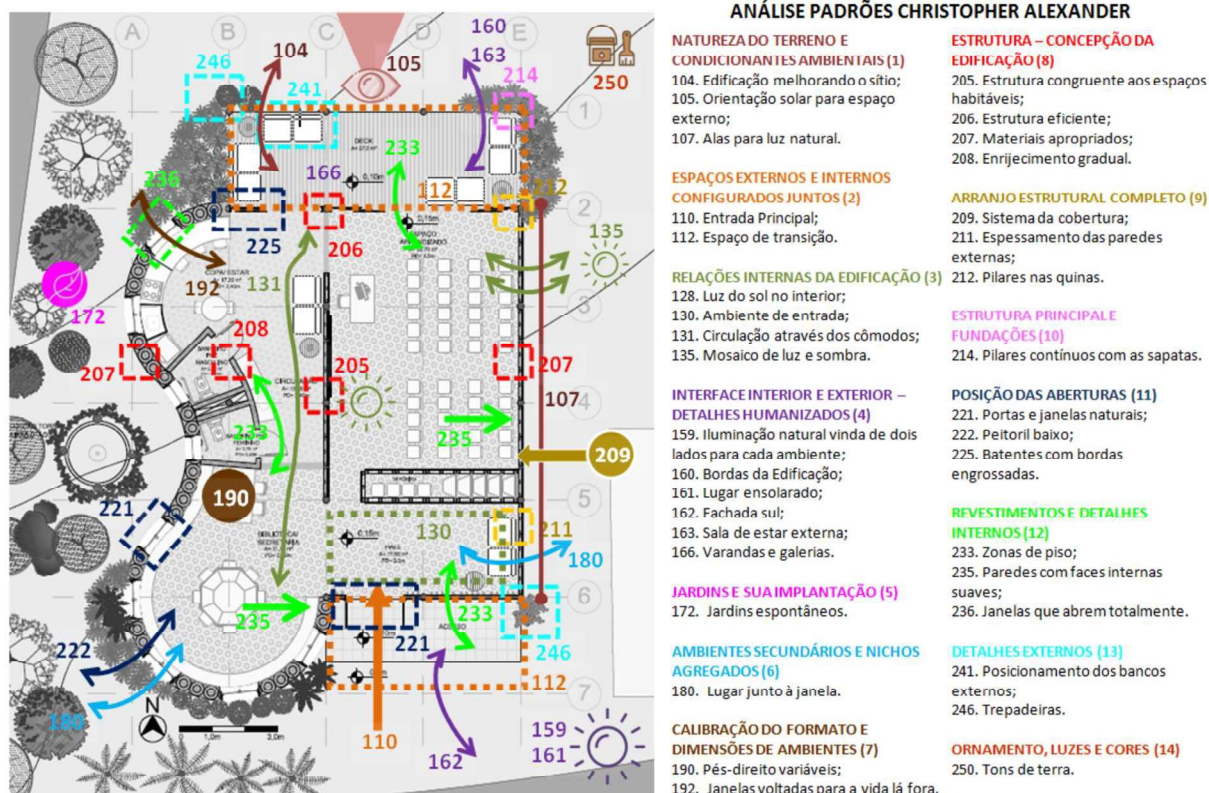


Figura 5. Diagrama ilustrativo da aplicação dos padrões de Alexander no CEEA.

5. DISCUSSÕES:

Do estudo e utilização dos padrões de Alexander resultou num total de 36 padrões identificados na implantação do CEEA. Quanto aos padrões de design, foram identificados 19 padrões. Já, em relação aos padrões referentes à geração da estrutura, foram identificados 17 padrões. Os resultados indicam que as decisões projetuais estão vinculadas a aspectos de construções sustentáveis, que neste projeto dão especial foco à relação entre os espaços internos e externos. As varandas propostas são elementos que se destacam dentro da leitura do projeto por meio dos conceitos de Alexander (2013). Dos 36 padrões identificados, 10 estão diretamente relacionados a elas, reforçando as relações entre proposta, contexto e usuários.

Relacionados à Natureza do Terreno e Condicionantes Ambientais. Identificou-se o atendimento de consideração do terreno e suas edificações como um ecossistema vivo e unitário (Padrão 104); a implantação da edificação ao sul, permitindo a localização da varanda a norte e valorização da vista (Padrão 105); e que se criem ambientes com profundidades maiores que 7,5 metros (107). Em relação ao espaço externo e interno, percebe-se que a entrada principal está localizada na via de acesso ao Parque, em um local visível e de destaque (110); e também se nota a consideração de um espaço entre a rua e a entrada, marcado por um desnível e mudança de superfície (112). Quanto às relações internas da edificação, a edificação se encontra alongada entre os eixo norte-sul (128); existe um Hall, com pouco mobiliário, e uma varanda definindo o limite entre interior e exterior (130); foram evitados corredores, por meio de circulação direta entre os ambientes proporcionando um circuito pela edificação.

As escolhas tratam o espaço externo com uma unidade só a ser atendida, por exemplo, com jardins e vegetação naturais, em estratégias com o uso combinado de tratamento de águas negras e residuais, que atendem ao padrão 172. Da mesma forma o espaço interno é concebido com cuidados em relação ao revestimento e pisos internos, que foram escolhidos de maneira a acolher e interagir com o usuário, atendendo aos padrões 233 e 235. Ainda,

existe um cuidado com as interações entre espaço interno e externo, e do usuário com estes espaços, como um todo, propiciado pelas diferentes técnicas utilizadas na composição das paredes, fundações e telhado. As mudanças de espessura, materialidade e forma nas paredes tornam o ambiente aconchegante e convidativo, como descrito no padrão 235, e ainda tem esquadrias especiais, que permitem uma diferente visão do Jardim Botânico, em cada uma das fachadas (padrões 222, 223 e 225).

A análise aponta que projetos que se baseiam em estratégias regenerativas contemplam de maneira positiva e integrada aspectos ambientais, sociais e econômicos.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS:

A indústria da construção civil é um dos setores que mais geram impactos ambientais. Tal cenário é incompatível com a capacidade regenerativa da Terra. O presente trabalho analisa como as decisões projetuais, a partir dos padrões de Alexander, podem influenciar na definição de um projeto com menor impacto socioeconômico e ambiental, dotando-o de potencial regenerativo. O estudo de caso do Centro de Educação Ambiental de Alvorada foi premiado com o segundo lugar no Prêmio de Sustentabilidade em Projeto, no VI Encontro de Sustentabilidade (ENSUS 2018). O projeto foi apresentado e suas estratégias detalhadas para a melhor identificação dos padrões.

A análise das diretrizes sustentáveis do projeto do CEAA foi realizada a partir dos 253 padrões ou parâmetros projetuais para a humanização do espaço construído, de Alexander (2013). Combinados, eles compõem uma linguagem. Tratando-se de uma única edificação e seu entorno, a leitura foi dividida em duas etapas: concepção do projeto arquitetônico e elementos de construção. Foram identificados um total de 36 padrões: 19 padrões de design, e 17 padrões referentes à geração da estrutura. Os autores entendem que os Padrões de Christopher Alexander, utilizados como referência na busca por soluções projetuais para o estudo realizado, contribuíram significativamente para a qualificação do produto final, seja do ponto de vista estético, seja pela criação, como que de um "instrumento didático", de relativamente baixo custo econômico. Se a isto forem somadas as preocupações de minimização de impactos ambientais, as estratégias projetuais inspiradas pelos Padrões para a materialização do Centro, terão condições de otimizar sua função de educação ambiental, tanto daqueles envolvidos em sua execução, como de seus futuros usuários, assim como, também, desempenhar uma função social junto à sociedade, não restrita apenas à população local.

Por fim, os autores salientam que outra etapa importante a ser desenvolvida em trabalhos futuros é a Avaliação Pós-Ocupação (APOS) da edificação, verificando a percepção dos usuários, bem como, a eficácia dos padrões de Alexander para um edifício que contemple de maneira positiva e integrada aspectos ambientais, sociais e econômicos - tripé da sustentabilidade.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alexander, C; Ishikawa, S; Silverstein, M; Jacobson, M; Fiksdahl-King, I; Angel, S. *Uma Linguagem de Padrões. (A Pattern Language)*. Porto Alegre, Bookman, 2013.
- Andrade, L. M. V. (2011) *Construção e Abertura: Diálogos Christopher Alexander - Jean Piaget. Tese (Doutorado em Planejamento Urbano e Regional) - Programa de Pós-Graduação em Planejamento Urbano e Regional, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.*
- Antón, L. Á.; Díaz, J. *Integration of LCA and BIM for Sustainable Construction. International Journal of Civil and Environmental Engineering, [s. l.], v. 8, n. 5, p. 1378–1382, 2014. Disponível em: <<http://waset.org/publications/9998219>>. Acesso em: 19 out. 2018.*
- Bribián, I. Z.; Capilla, A. V.; Usón, A. A. *Life cycle assessment of building materials: Comparative analysis of energy and environmental impacts and evaluation of the eco-efficiency improvement*

- potential. *Building and Environment*, [s. l.], v. 46, n. 5, p. 1133–1140, 2011. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360132310003549>>. Acesso em: 19 out. 2018.
- Ercole, L. A. S. (2003). *Sistema Modular de Gestão de Águas Residuárias Domiciliares: Uma Opção mais Sustentável para a Gestão de Resíduos Líquidos*. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
 - Ferreira, C. A.; Moruzzi, R. B. *Considerações sobre a aplicação do telhado verde para captação de água de chuva em sistemas de aproveitamento para fins não potáveis*. ENCONTRO NACIONAL, v. 4, 2007.
 - IPCC. *Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Kristin Seyboth (USA). Genebra, Suíça: Gian-Kasper Plattner, 2014. Disponível em: <<http://www.ipcc.ch>>. Acesso em: 19 out. 2018.
 - IPOEMA. (2011). *Tecnologia Social Água Sustentável Gestão Doméstica dos Recursos Hídricos*. Instituto de Permacultura - IPOEMA.
 - Irribarren, D. et al. *Life cycle assessment and data envelopment analysis approach for the selection of building components according to their environmental impact efficiency: a case study for external walls*. *Journal of Cleaner Production*, [s. l.], v. 87, p. 707–716, 2015. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652614011160?via%3Dihub>>. Acesso em: 16 ago. 2018.
 - Lyle, J. T. *Regenerative Design for Sustainable Development*. John Wiley & Sons. New York, 1994.
 - May, S. (2008). *Caracterização, tratamento e reúso de águas cinzas e aproveitamento de águas pluviais em edificações*. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária. São Paulo.
 - Zanella, L. *Manual para captação emergencial e uso doméstico de água de chuva [livro eletrônico]* / Luciano Zanella. -- São Paulo: IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, 2015

8. AGRADECIMIENTOS

Os autores agradecem a Prefeitura Municipal de Alvorada e a seus funcionários pela colaboração neste trabalho e por todo tempo e empenho destinado a sanar dúvidas. À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES), pelo apoio.