

Edifício Residencial Sneglehusene: Estudo de caso pautado em Estratégias Bioclimáticas

Sneglehusene Residential Building: Case study based on Bioclimatic Strategies

Edificio residencial Sneglehusene: un estudio de caso basado en estrategias bioclimáticas

Daiana Fauro de Oliveira

Doutoranda, UFSM, Brasil.

daianafauro@gmail.com

Matheus Cargnelutti de Souza

Doutorando, UFSM, Brasil.

matheuscargnelutti@hotmail.com

Gabriela Alexia de Souza

Mestranda, UFSM, Brasil.

gabriela-ws@hotmail.com

Ana Elisa Souto

Professora Doutora, UFSM, Brasil.

anaearq@gmail.com

Minéia Johan Scherer

Professora Doutora, UFSM, Brasil.

mineia.scherer@ufsm.br

RESUMO

A arquitetura bioclimática é uma abordagem sustentável de construção que busca integrar as condições climáticas locais na concepção de edifícios, onde um dos principais objetivos é maximizar o conforto térmico e reduzir o consumo de energia através do uso eficiente de recursos naturais, como a luz do sol, a ventilação natural e a coleta de água pluvial. Para isso, são utilizados materiais e técnicas de construção adequados ao clima local, bem como a incorporação de sistemas de energia renovável. Este artigo é resultado de uma pesquisa realizada na disciplina de Projeto Contemporâneo Bioclimático do Programa de Pós-graduação em Arquitetura, Urbanismo e Paisagismo da Universidade Federal de Santa Maria, e tem como propósito analisar as estratégias bioclimáticas aplicadas no Edifício Residencial Sneglehusene, localizado na cidade de Aarhus na Dinamarca. A metodologia para as análises baseou-se em estudos de sua implantação, adaptação ao clima local, os princípios e estratégias passivas para conforto ambiental, estratégias paisagísticas e materialidade. A Dinamarca é uma referência mundial nesse assunto e busca incentivar um estilo de vida mais saudável em suas cidades e o Edifício Sneglehusene é um exemplo de edificação pensada no bem-estar comum e com foco na arquitetura bioclimática.

PALAVRAS-CHAVE: Arquitetura bioclimática. Conforto ambiental. Dinamarca.

ABSTRACT

Bioclimatic architecture is a sustainable construction approach that seeks to integrate local climatic conditions into building design, where one of the main objectives is to maximize thermal comfort and reduce energy consumption through the efficient use of natural resources, such as sunlight, natural ventilation, and rainwater harvesting. To achieve this, construction materials and techniques appropriate to the local climate are used, as well as the incorporation of renewable energy systems. This article is the result of a research carried out in the discipline of Contemporary Bioclimatic Design in the Graduate Program in Architecture, Urbanism and Landscape Architecture at the Federal University of Santa Maria, and its purpose is to analyze the bioclimatic strategies applied in the Sneglehusene Residential Building, located in the city of Aarhus, Denmark. The methodology for the analysis was based on studies of its implementation, adaptation to the local climate, the principles and passive strategies for environmental comfort, landscape strategies and materiality. Denmark is a world reference in this subject and seeks to encourage a healthier lifestyle in their cities and the Sneglehusene Building is an example of a building designed for the common well-being and focused on bioclimatic architecture.

KEY WORDS: *Arquitetura bioclimática. Conforto ambiental. Dinamarca.*

RESUMEN

La arquitectura bioclimática es un enfoque de construcción sostenible que pretende integrar las condiciones climáticas locales en el diseño de los edificios, donde uno de los principales objetivos es maximizar el confort térmico y reducir el consumo de energía mediante el uso eficiente de los recursos naturales, como la luz solar, la ventilación natural y la recogida de agua de lluvia. Para lograrlo, se utilizan materiales y técnicas de construcción adecuados al clima local, así como la incorporación de sistemas de energías renovables. Este artículo es el resultado de una investigación realizada en la disciplina de Diseño Bioclimático Contemporáneo del Programa de Postgrado en Arquitectura, Urbanismo y Paisajismo de la Universidad Federal de Santa Maria, y tiene como objetivo analizar las estrategias bioclimáticas aplicadas en el Edificio Residencial Sneglehusene, situado en la ciudad de Aarhus, Dinamarca. La metodología para el análisis se basó en estudios sobre su implantación, la adaptación al clima local, los principios y estrategias pasivas para el confort ambiental, las estrategias paisajísticas y la materialidad. Dinamarca es un referente mundial en esta materia y busca fomentar un estilo de vida más saludable en sus ciudades y el Edificio Sneglehusene es un ejemplo de edificio diseñado para el bienestar común y centrado en la arquitectura bioclimática.

PALABRAS CLAVE: *Arquitectura bioclimática. Confort ambiental. Dinamarca.*

1 INTRODUÇÃO

A boa arquitetura deve incorporar, desde as primeiras fases de projeto, estratégias e recursos passivos, aproveitamento de condicionantes como o clima, a geografia e as características locais. E esses aspectos estão diretamente relacionados com a arquitetura bioclimática, a qual tem como objetivo a busca da harmonização das construções com o ambiente externo e interno, com integração de estratégias e recursos passivos, ou seja, aqueles que permitem aproveitamento das condições favoráveis específicas do clima e local, oferecendo, simultaneamente, proteção contra as possíveis condições extremas. Desta forma, esta arquitetura não só permite a criação de melhores condições de conforto interior, mas também permite minimizar o consumo energético do edifício como um todo, diferenciando-a das abordagens mais convencionais.

O Edifício Residencial Sneglehusene (Figura 1) é um conjunto habitacional localizado no bairro Nye, na cidade de Aarhus, a segunda maior da Dinamarca, cujo projeto foi elaborado em 2019 pelo escritório Bjarke Ingels Group (BIG) e concluído em 2022, apresentando uma área total de 9500m², sendo composto por 6 módulos que são repetidos e criam um padrão quadriculado, em formato de caracol e que variam de 1 a 4 andares totalizando 93 unidades habitacionais entre unidades térreas (acessíveis), unidades de dois e três andares, com e sem terraço, com a menor unidade medindo 58m² e a maior 155m².

Figura 1 – Edifício Residencial Sneglehusene, Dinamarca.



Fonte: Rasmus Hjortshøj. Disponível em: <https://www.archdaily.com.br/br/990054/edificio-residencial-sneglehusene-big>. Acesso em: 09 dez. 2022.

O projeto em estudo está localizado no bairro NYE na Dinamarca, situado ao norte de Aarhus, o bairro foi pensado para atender as questões ambientais: Criação de novas áreas verdes, manutenção e gestão da natureza urbana, gestão de rios e outros recursos hídricos, restauração ecológica de ecossistemas degradados. Foram convidados para desenvolver os projetos para o bairro, diversos escritórios e arquitetos renomados, a fim de entregar para a comunidade um empreendimento que atendesse às suas necessidades e as questões ambientais definidas para o bairro (NYE, 2023).

Dentro dos valores estipulados para o bairro NYE, estão: Variedade, Equilíbrio e Vida (NYE, 2023). Esses pontos foram inseridos dentro dos projetos das edificações e dos espaços livres. A presença desses espaços livres possui um papel crucial para a qualidade de vida da população que reside na área urbana, com o crescimento das cidades, as áreas verdes perdem espaço para as edificações (RAMOS, RAMOS, LYRA, 2019). Diferente dessa realidade, o projeto do NYE apresenta uma maior preocupação com a forma de ocupação do solo, disponibilizando ao longo dos prédios diversos locais vegetados, de lazer e que propiciam as interações sociais entre os usuários. À direita da Figura 2 (E), está a planta de implantação do bairro, com cada espaço e os respectivos escritórios responsáveis por cada projeto, destaca-se nessa planta, a

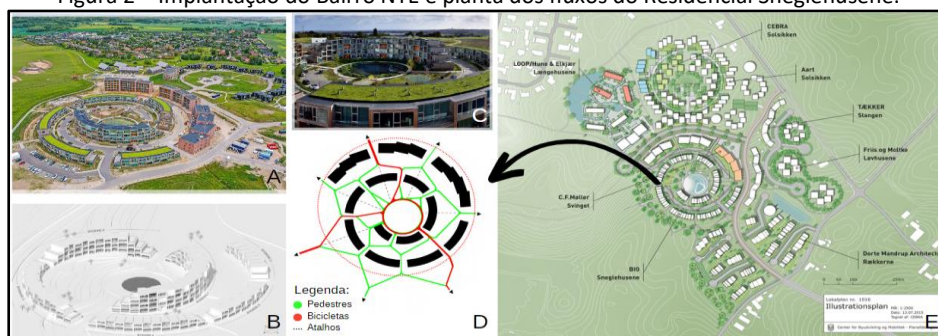
presença de várias áreas vegetadas e a inserção de lagos artificiais. As fotos A e C da Figura 2, demonstram como essas áreas são apresentadas no projeto executado.

Ao longo dos anos vem crescendo as discussões relacionadas aos recursos hídricos disponíveis no planeta, principalmente pelo aumento populacional e do consumo da água potável. Uma alternativa para economizar esta água, é a utilização da água pluvial para usos não potáveis (MARINOSKI, GHISI, 2008). Como citado anteriormente, o projeto do bairro previa a gestão dos recursos hídricos e para atender essa demanda, foi inserido no centro do Residencial Sneglehusene, um lago artificial que faz a coleta da água pluvial. Essa coleta é realizada pela canalização da água da chuva coletada das calhas e das vias próximas ao lago, que são direcionadas para o lago central, onde é bombeada para um ponto de tratamento local, para posterior reutilização.

Além da coleta das águas pluviais, o lago central, deixa as caminhadas no empreendimento mais agradáveis e ainda, propicia um ótimo ponto de encontro e de interação social e com a natureza. Segundo Gehl, nas cidades onde a economia é mais desenvolvida, a qualidade dos espaços influencia muito na permanência e ocupação dos espaços (GEHL, 2013). E em todos os projetos desenvolvidos para o NYE, pode-se notar a preocupação com o planejamento de locais de convivência, permanência e interação para os moradores. Gehl também explica que os espaços para circulação de pedestres são confortáveis quando não apresentam muitas interrupções ou obstáculos, dessa forma o pedestre pode transitar em um ritmo e em um trajeto aceitável (GEHL, 2013). Na Figura 2 (D), pode-se observar como os fluxos de passagem ocorrem no Residencial Sneglehusene, possibilitando que os habitantes possam circular com maior facilidade e muitas vezes deixando o trajeto mais agradável, pela integração com as áreas livres.

Um dos pontos que foram trabalhados no projeto é a preocupação com o entorno e esse cuidado também está presente na forma com que o empreendimento foi implantado no terreno, observando as imagens e a volumetria (B) apresentada na Figura 2, pode-se notar que os edifícios se integram de forma a complementar o entorno, as curvas de nível proporcionam um movimento para o empreendimento, trazendo alturas diferentes, que foram alternadas com a quantidade de pavimentos contidas em cada prédio. O formato da edificação se torna um complemento aos prédios já existentes e projetados por outro escritório. Além de trazer uma variedade de formas, onde a implantação remete a um caracol, com um traçado mais orgânico e nas fachadas, são apresentadas linhas mais retas.

Figura 2 – Implantação do Bairro NYE e planta dos fluxos do Residencial Sneglehusene.



Fonte: (A e C) <https://nye.dk/foelg-udviklingen/>. (B) <https://sneglehusene.dk/boligvaelger-kort-3/#kort>. (D) https://www.archdaily.com.br/br/990054/edificio-residencial-sneglehusene-big?ad_source=search&ad_medium=projects_tab. (E) https://nye.dk/wp-content/uploads/2020/08/Oversigt-med-navne_NY-scaled.jpg. Acesso em: 21 jan. 2023. Adaptado pelos Autores.

O espaço central além de ser um bom ponto de encontro, pode ser utilizado para aproveitar os dias de tempo bom, nessa região o verão é agradável, com céu parcialmente encoberto e o mês mais quente é julho, com temperaturas entre 12°C a 21°C, o inverno é frio, com neve e céu quase encoberto tendo como mês mais frio, fevereiro, apresentando temperaturas entre -2°C a 3°C. Por conta dessas temperaturas, o contato com o sol é bem aceito e pode ser aproveitado utilizando os espaços de lazer apresentados no residencial, como o playground e os espaços para caminhada (WEATHER SPARK, 2022).

2 OBJETIVOS

Analisar as estratégias bioclimáticas aplicadas no Edifício Residencial Sneglehusene, localizado na cidade de Aarhus, na Dinamarca, a fim de compreender como a arquitetura bioclimática pode maximizar o conforto térmico e reduzir o consumo de energia em edifícios, por meio da utilização eficiente de recursos naturais e da incorporação de sistemas de energia renovável. O texto também busca destacar a importância da arquitetura bioclimática como uma abordagem sustentável de construção que pode incentivar um estilo de vida mais saudável em cidades.

3 METODOLOGIA

A metodologia se deu a partir de estudos e pesquisas referentes ao Edifício Sneglehusene, com posterior análise dos dados. Serão apresentadas, além das características gerais da edificação, as características locais onde ela está implantada, bem como a análise da ventilação e iluminação natural, insolação, materialidade e recursos paisagísticos utilizados na implantação do Edifício.

4 RESULTADOS

Conforme Zambrano e Castro-Mero (2020), a Arquitetura Bioclimática é considerada como a prática de construir de forma coerente e de acordo com as condições climáticas e naturais do local, promovendo a recuperação e utilização dos recursos disponíveis de forma racional e bem planejada. Além disso, busca a integração do espaço construído no meio ambiente, tendo entre suas principais características a busca pelo conforto ambiental de maneira passiva, o uso de materiais inteligentes e um design que se adapta às necessidades do usuário.

De acordo com Bugening e Kamari (2022), a arquitetura da Dinamarca, em geral, envolve uma preocupação com as condições de conforto ambiental. Kosir (2019) apresenta as principais estratégias bioclimáticas para resfriamento e aquecimento passivo utilizados na Dinamarca, as quais são semelhantes às utilizadas no Brasil, entretanto, com um clima extremamente diferente e com ênfase no aquecimento e retenção de calor. Dentre as estratégias apresentadas pelo autor para aquecimento passivo estão o isolamento térmico, a massa térmica do edifício, a insolação e a troca de calor condutiva. Além disso, a ventilação natural, estratégias paisagísticas e a materialidade são elementos fundamentais considerados na edificação em estudo.

4.1 Estratégias de Ventilação Natural

Conforme Souza e Rodrigues (2012), um projeto adequado de ventilação natural deve ser avaliado em detalhes, observando-se as condições climáticas e condições de vento locais, para se terem ótimos resultados. No entanto, em função da complexidade das condições de entorno e da imprevisibilidade das forças naturais, é muito difícil de se definirem, corretamente, as condições de velocidade e a direção do vento, pois se trata de forças variáveis, que não se pode controlar, como na ventilação mecânica.

As condições meteorológicas características do Aarhus são fundamentadas em uma análise estatística de relatórios históricos e reconstruções de modelo de 1 de janeiro de 1980 a 31 de dezembro de 2016 (Weather Spark, 2022), os quais apresentam que a velocidade média do vento em Aarhus passa por variações sazonais significativas ao longo do ano. Os ventos predominantes sopram do oeste e sudoeste, num período de aproximadamente 11 meses no ano. O período de mais ventos no ano perdura de setembro a março, com velocidades médias acima de 22,5 quilômetros por hora, sendo o mês de janeiro com ventos mais fortes atingindo uma velocidade máxima de 26,3 km/h.

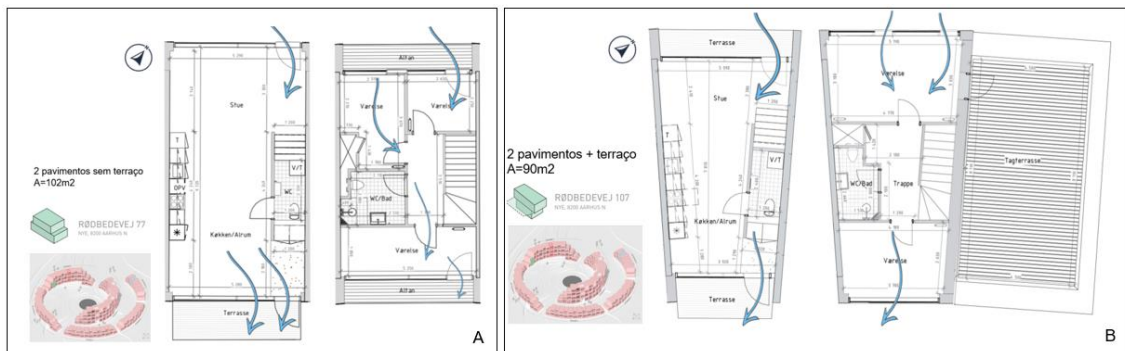
A ventilação corresponde a uma estratégia de resfriamento natural do ambiente construído através da substituição do ar interno, mais quente, pelo externo mais frio. Com isso e considerando o clima local, a ventilação de resfriamento não se faz necessária, apenas a ventilação higiênica, a qual tem por objetivo manter as condições de salubridade nos ambientes a partir da troca do ar interno. Alloca (2003) afirma que fatores como número, tipo, posição e tamanho das aberturas existentes para a passagem de ar, perfil de ocupação e posição da edificação, em relação à direção predominante do vento, interferem no desempenho da ventilação natural. A partir das análises de incidência dos ventos predominantes, da orientação solar e do posicionamento das esquadrias de todas as unidades habitacionais foi possível concluir que elas apresentam ventilação natural cruzada efetiva em todos os cômodos, como pode ser observado nas Figuras 3, 4 e 5, exceto nos sanitários, os quais fazem uso de ventilação mecânica através de exaustores.

Figura 3 – Apartamento térreo com 58m² (A). Apartamento de 1 pavimento com área de 105m² (B)



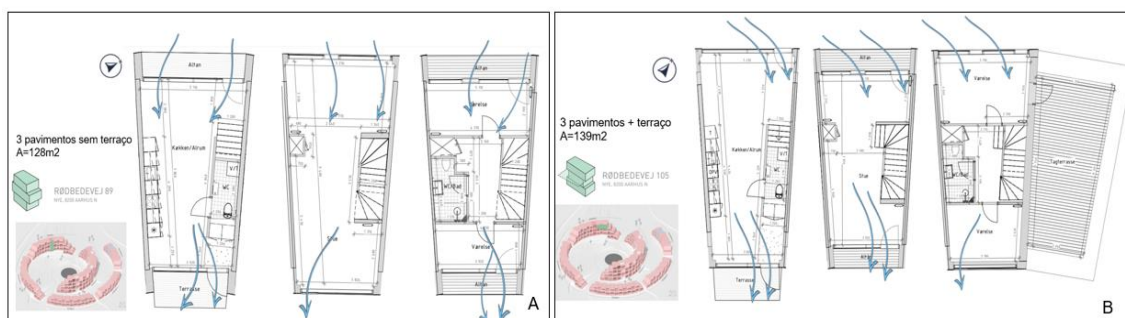
Fonte: <https://sneglehusene.dk/boligvaelger-kort-1/> Adaptado pelos Autores. Acesso em: 09 dez. 2022

Figura 4 – (A) Apartamento de 2 pavimentos com área de 102m². (B) Apartamento de 2 pavimentos com terraço e área de 90m²



Fonte: <https://sneglehusene.dk/boligvaelger-kort-1/> Adaptado pelos Autores. Acesso em: 09 dez. 2022

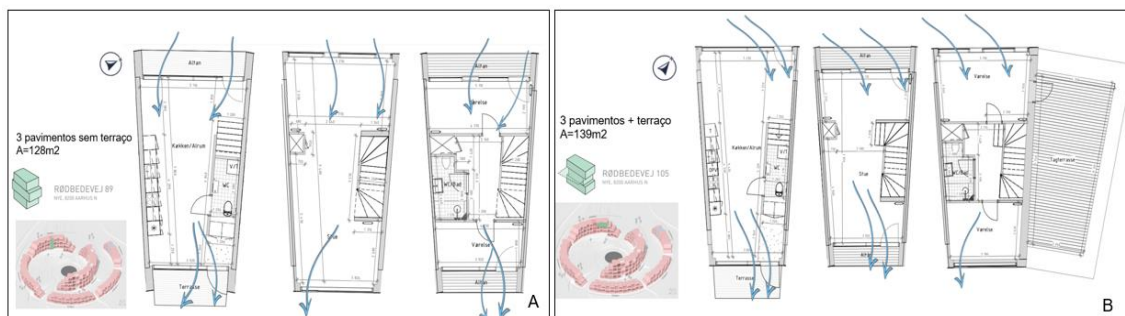
Figura 5 – (A) Apartamento de 3 pavimentos com área de 128m². (B) Apartamento 3 pavimentos com terraço e área de 139m²



Fonte: <https://sneglehusene.dk/boligvaelger-kort-1/> Adaptado pelos Autores. Acesso em: 09 dez. 2022

Como pode ser observado na Figura 6, as janelas são do tipo basculante, composta por uma folha de vidro que se abre para fora, com área da abertura que permite aproveitamento total do vão e com dimensões superiores à 1/6 da área do piso.

Figura 6 – Foto real de dois apartamentos distintos, com destaque para as fenestrações.



Fonte: Rasmus Hjortshøj. Disponível em: <https://www.archdaily.com.br/br/990054/edificio-residencial-sneglehusene-big> Acesso em: 08 dez. 2022.

Apesar do tamanho das aberturas serem consideravelmente pequenas em relação à área envidraçada, elas são suficientes para a realização da troca do ar interno necessária para a ventilação higiênica, entretanto aberturas maiores e posicionadas em altura estratégica, mais próximas ao teto, por exemplo, deixariam a edificação com a ventilação mais efetiva, porém vale ressaltar que o vento é o principal responsável pela perda total ou parcial de calor.

4.2 Estratégias Paisagísticas

O paisagismo foi desenvolvido pelo escritório BIG e apresenta caminhos verdes e pontos de encontro entre e ao redor dos edifícios, promovendo espaços de lazer e de interação entre os moradores. Os caminhos convergem para o centro do projeto, onde está localizado o lago artificial. O projeto oferece terraços e varandas privativas com diferentes orientações solares, onde os moradores ficam livres para se apropriarem da maneira que acharem melhor, também apresentam espaços comuns, como os passeios, o lago, os canteiros e o playground (BIG, 2022). Como um complemento às demais áreas vegetadas, o projeto oferece um telhado verde, fornecido pela Nature Impact, que oferece um sistema de módulos, onde uma parte é retirada no momento da instalação, deixando a cobertura mais uniforme (NATURE IMPACT, 2022). Como o clima da região apresenta baixas temperaturas em determinadas épocas do ano, esse sistema auxilia a manter a temperatura interna da edificação e combinada com o sistema de aquecimento de piso, possibilita que a temperatura interna se mantenha, proporcionando mais conforto para os usuários.

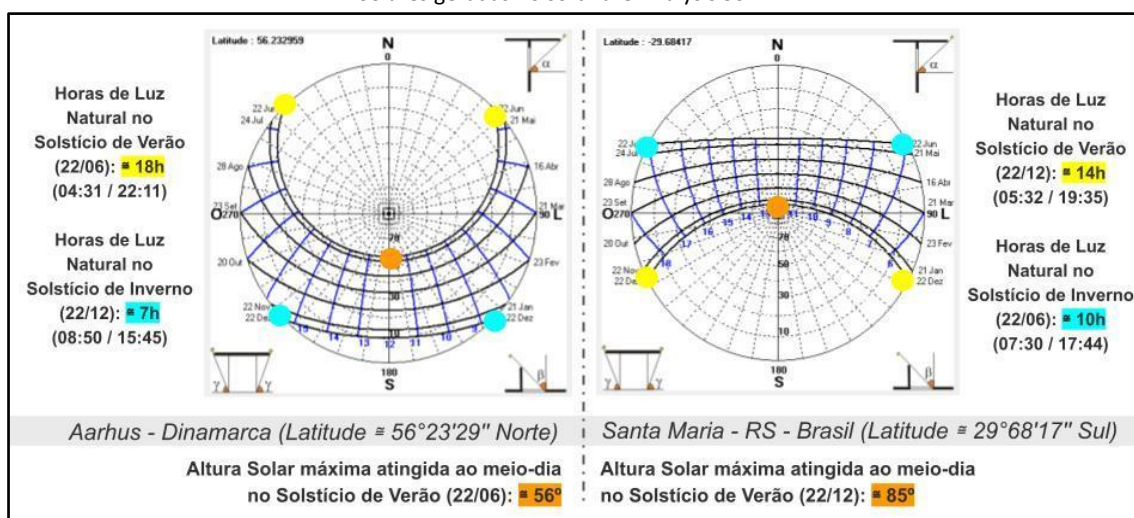
As coberturas verdes trazem vários benefícios para os centros urbanos, funcionam como um filtro contra a poluição, também proporcionam conforto ambiental e térmico aos usuários das edificações e ajudam na economia de energia, além do caráter estético (OLIVEIRA, 2009). Muitos tipos de coberturas vegetadas apresentam em sua composição um isolante térmico, ainda assim, aquelas que não o tem, conseguem propiciar um ambiente mais confortável termicamente, devido a sua espessura, que cria uma camada a mais para barrar as trocas de calor.

4.3 Estratégias de Iluminação Natural e Aquecimento Solar

De acordo com a ABNT NBR ISSO/CIE 8995-1 (2013, p.VII), “uma boa iluminação propicia a visualização do ambiente que permite que as pessoas vejam, se movam com segurança e desempenhem tarefas visuais de maneira eficiente, precisa e segura sem causar fadiga visual e desconforto”. Nesse contexto, é importante destacar que a iluminação natural é percebida na arquitetura através da trajetória aparente do sol em relação à localização geográfica que esta edificação ocupa no globo terrestre, podendo ser analisada com o auxílio de cartas solares, onde se pode obter características como altura solar e direção dos raios solares, para determinados dias e horários do ano (LAMBERTS; DUTRA; PEREIRA, 2014).

Ao realizar esse tipo de análise é possível identificar, por exemplo, qual o número de horas diárias de exposição solar da edificação, como os raios solares se comportam ao incidirem em cada fachada, e também gerar comparações com outras localidades, a fim de relacionar as questões térmicas entre a percepção humana da temperatura e a altura solar. Na Figura 7, é apresentado um comparativo de exposição solar entre Aarhus (Dinamarca) e Santa Maria / RS (Brasil), através de Cartas Solares geradas no software Analysis Sol-Ar.

Figura 7 – Comparativo de exposição solar entre Aarhus (Dinamarca) e Santa Maria / RS (Brasil), através de Cartas Solares geradas no software Analysis Sol-Ar.



Fonte: Acervo dos autores. 2023

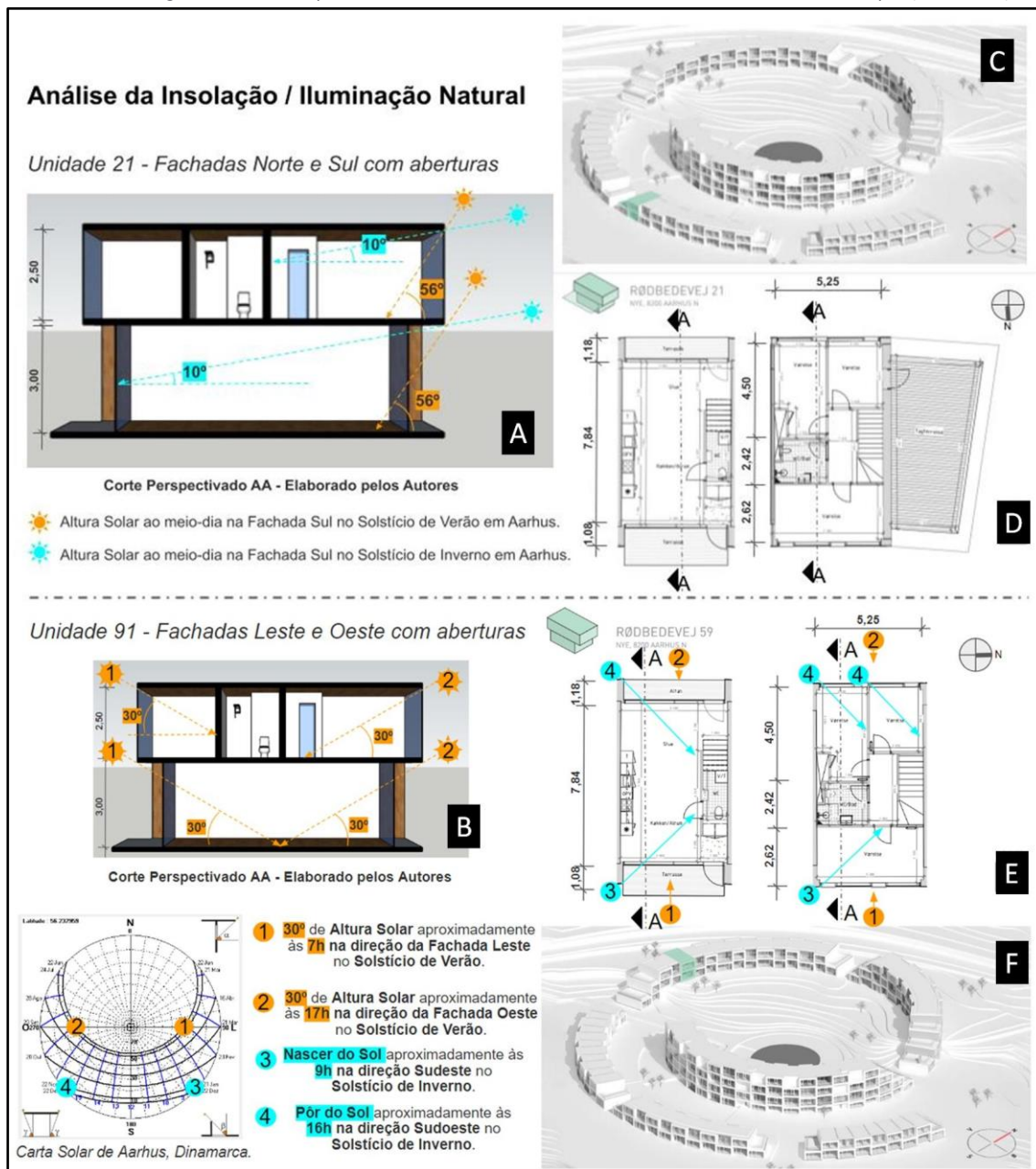
Considerando a Figura 7, pode-se observar que Aarhus (Dinamarca), Latitude $\cong 56^{\circ}23'29''$ Norte, não atinge altas temperaturas, devido à baixa altura solar, até mesmo no solstício de verão, ao meio-dia, ponto máximo de altura solar ao longo do ano para esta localização, que é de aproximadamente 56° , destacado em laranja na Figura 7.

É importante salientar que quanto menor for o ângulo de altura solar, mais distante o sol estará da superfície da terra. Isso pode ser observado ao realizar uma comparação com uma cidade com as estações bem definidas, como é o caso de Santa Maria / RS (Brasil), Latitude $\cong 29^{\circ}68'17''$ Sul, onde o solstício de verão, ao meio-dia, é o ponto máximo de altura solar ao longo do ano para esta localização, com aproximadamente 85° .

Para analisar a exposição solar das fachadas e a penetração da radiação solar no interior das edificações com as principais orientações solares, foram elaborados cortes esquemáticos perspectivados em duas unidades habitacionais, a unidade 21, cujas fachadas norte e sul são envidraçadas e as fachadas leste e oeste possuem fechamentos opacos, e a unidade 91, cujas fachadas leste e oeste são envidraçadas e as fachadas norte e sul possuem fechamentos opacos, ambas apresentadas na Figura 8.

Ao analisar a insolação em unidades de habitação do Edifício Residencial Sneglehusene, pode-se observar baixos ângulos de altura solar, o que reflete as baixas temperaturas da região, estimadas entre -2°C e 21°C ao longo do ano (WEATHER SPARK, 2022), ao considerar a fachada sul, tem-se ao meio-dia, altura solar de 56° no solstício de verão, baixando até 10° no solstício de inverno. Se considerarmos as fachadas leste e oeste, estas terão insolação em direção perpendicular às fachadas com altura solar de 30° no período de verão, em leste às 7h da manhã e em oeste às 17h de tarde. Já no solstício de inverno, não haverá insolação perpendicular às fachadas leste e oeste, devido ao nascer do sol ser próximo das 9h da manhã e o pôr do sol ser próximo às 16h, como pode ser visto destacado em azul nos números 3 e 4 da Figura 8.

Figura 8 – Cortes perspectivados das Unidades 21 e 91 do Edifício Residencial *Sneglehusene*, em Aarhus, com indicações de alturas solares para a sua localização (A e B). Plantas Baixas das Unidades 21 e 91 do Edifício Residencial *Sneglehusene* e Perspectivas do mesmo edifício com as Unidades 21 e 91 em destaque (C, D, E e F).



Fonte: (A e B) Acervo dos autores, 2023. (C, D, E, F) Disponível em: https://sneglehusene.dk/wp-content/uploads/2021/04/Sagsnr_201.pdf. Acesso em 10 jan. 2023. Adaptado pelos autores.

Ao ter entendimento da geometria solar presente na envoltória do Edifício Residencial *Sneglehusene* e, conseqüentemente, das baixas temperaturas que Aarhus apresenta, parte-se para uma análise da materialidade e características marcantes da obra edificada.

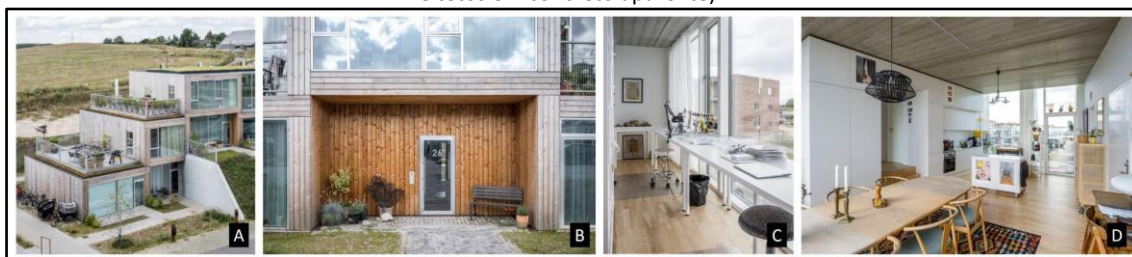
4.4 Materialidade

O *Sneglehusene*, ou “casas de caracol”, consiste em dois tipos de módulos, aproximadamente 5,5m de largura por 8m ou 10m de comprimento, dependendo da posição, empilhados e repetidos para criar o padrão quadriculado característico. Longas tábuas de

madeira cobrem a fachada em todos os lados, destacando os módulos e alternando para acentuar o padrão. Os dois tipos de módulos habitacionais com pé-direito variando de 2,5 a 3,5 metros, respectivamente, são empilhados para criar espaços internos generosos, janelas do chão ao teto, com vidros duplos, e um terraço externo em cada casa (AASARQUITETURA, 2022).

Na Figura 9 é possível observar os módulos de concreto revestidos em madeira na parte externa, sobrepostos e/ou cobertos por telhado verde ou terraços, assim como, as fachadas envidraçadas, e os interiores, com pisos em madeira e teto em concreto aparente.

Figura 9 – Fotografias do Edifício Residencial Sneglehusene (A: Imagem externa, mostrando os módulos em concreto revestidos em madeira, alguns terraços e telhados verdes. B: Imagem externa, mostrando os revestimentos em madeira e fechamentos com vidros duplos. C e D: Imagens internas, mostrando pisos em madeira e tetos em concreto aparente).



Fonte: Rasmus Hjortshøj. Disponível em: <https://www.archdaily.com.br/br/990054/edificio-residencial-sneglehusene-big>. Acesso em: 08 dez. 2022.

As características apresentadas na materialidade são destinadas ao condicionamento térmico da edificação em climas de baixas temperaturas, considerando a grande abrangência de fechamentos opacos pesados e revestidos pela madeira, e a presença de vidros duplos nos fechamentos translúcidos associando o estímulo da iluminação natural nos interiores, com o isolamento térmico. Além disso, o telhado verde e o piso de madeira também auxiliam na redução das perdas de calor.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

No atual contexto em que estamos vivendo, não se pode mais pensar em arquitetura sem priorizar estratégias de desenvolvimento sustentável. A arquitetura bioclimática está cada dia mais em pauta, e traz consigo a preocupação ao desenvolver projetos que melhor se adequem ao clima, com respeito ao meio ambiente, às edificações e aos seus ocupantes. A Dinamarca sempre foi referência mundial, tanto no âmbito da arquitetura quanto em relação a sustentabilidade, sendo um modelo de design sustentável e mudanças culturais, sempre buscando incentivar um estilo de vida mais saudável em suas cidades.

O projeto do residencial foi projetado dentro das questões ambientais estabelecidas para o Bairro NYE, por conta dessa característica, é notável a preocupação com o local em que o projeto foi implantado e também com o meio ambiente. Cada vez mais as pessoas buscam ambientes sustentáveis, mas são poucos que além do caráter sustentável, apresentam uma integração com a natureza e isso pode ser encontrado no Residencial Sneglehusene. Seu paisagismo propicia as interações nas áreas externas e a reutilização das águas pluviais é um bom exemplo de prática sustentável.

As condições climáticas características do Aarhus nos remetem a situações de bastante frio, onde se fazem necessárias estratégias mais voltadas para o aquecimento e a manutenção do calor no interior da edificação. Em relação à ventilação natural, foi possível constatar que

todas as unidades habitacionais apresentam um sistema de ventilação natural cruzada em todos os cômodos, com exceção aos sanitários. A partir das análises dos fluxos de ar, chegou-se à conclusão de que, mesmo com um tamanho consideravelmente pequeno em relação aos cômodos, as aberturas presentes nas unidades habitacionais são suficientes para a realização da troca do ar interno necessária para a ventilação higiênica. Aberturas maiores e posicionadas horizontalmente, mais próximas ao teto das edificações poderiam trazer um maior fluxo de ar para o interior, sem atingir diretamente os ocupantes e otimizando a ventilação cruzada. Entretanto, considerando que o objetivo das aberturas para o clima na Dinamarca seria apenas para a realização da renovação do ar, acredita-se que elas se tornariam responsáveis por uma perda maior e mais rápida de calor no interior da edificação.

Ao analisar a insolação da edificação, pode-se constatar as grandes dificuldades em relação ao aquecimento, de forma natural, através dos raios solares, visto que Aarhus (latitude de aproximadamente 56° ao norte da linha do Equador) apresenta baixos ângulos de altura solar, e conseqüentemente, uma distância relativamente maior do que países ou cidades próximos à linha do Equador (Latitude 0). Desta forma, os projetistas optaram por uma materialidade pesada, que estimule o isolamento térmico através da inércia térmica afim de evitar a perda de calor, compensando as baixas temperaturas e conseqüentes a baixa intensidade da radiação solar. Ao mesmo tempo, é importante destacar, mesmo as temperaturas sendo amenas pela distância do sol em relação a localização do empreendimento na superfície da terra, pode-se constatar pela carta solar, que no período próximo ao solstício de verão em Aarhus, os dias possuem cerca de 18h diárias de exposição ao sol, o que é bem aproveitado pelos grandes fechamentos em vidro duplo nas fachadas.

O Edifício Sneglehusene pode ser considerado um belo exemplo de edificação pensada no bem-estar comum e com foco na arquitetura bioclimática. Com uma variação de tipologias residenciais, ele traz uma diversidade de público para o bairro de Nye, em Aarhus, sua concepção formal e de implantação em formato de caracol favorece a iluminação natural, as correntes de ar para ventilação higiênica, e a relação com o entorno. Sua materialidade estimula o isolamento térmico, e na medida do possível, o aquecimento solar, em um local de clima predominante frio. Esta é uma contribuição de sucesso do consagrado Grupo BIG para o seu próprio país.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Asarquitectura. 2022. **Sneglehusene by BIG Bjarke Ingels Group**. Disponível em:

<https://aasarchitecture.com/2022/10/sneglehusene-by-big-bjarke-ingels-group/> Acesso em: 10 dez. 2022.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. ABNT NBR ISO 8995-1: Iluminação de ambientes de trabalho - Parte 1: Interior. Rio de Janeiro: ABNT, 2013. 46p.

ALLOCA, C., CHEN, Q., GLICKSMAN, L. R. **Design analysis of single-sided natural ventilation**. Energy and Buildings, London, v. 35, p. 785-795, 2003.

BIG. **Sneglehusene Residences**. 2022. Disponível em: <https://big.dk/#projects-nye>. Acesso em: 10 dez. 2022.

BUGENINGS, L.A.; KAMARI, A. **Bioclimatic Architecture Strategies in Denmark: A Review of Current and Future Directions**. Buildings 2022, 12, 224. <https://doi.org/10.3390/buildings12020224>

GEHL, Jan. **Cidades Para Pessoas**. 2. ed. São Paulo: Perspectiva, 2013.

KOŠIR, M. **Climate Adaptability of Buildings—Bioclimatic Design in the Light of Climate Change**; Springer International Publishing: Cham, Switzerland, 2019.

LAMBERTS, R.; DUTRA, L.; PEREIRA, F. **Eficiência Energética na Arquitetura**. 3ª edição. São Paulo: ProLivros, 2014.

MARINOSKI, A. K., GHISI, E. **Aproveitamento de água pluvial para usos não potáveis em instituição de ensino: estudo de caso em Florianópolis** – SC. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 8, n. 2, p. 67-84, abr./jun. 2008.

Disponível em: <https://www.seer.ufrgs.br/index.php/ambienteconstruido/article/view/5355/3283>. Acesso em: 21 jan. 2023.

NAURE IMPACT. **Green Roofs**. 2022. Disponível em: <https://natureimpact.com/en/green-roofs/>. Acesso em: 10 dez. 2022.

NYE. **Et BIG sneglehus på vej i Nye**. 2023. Disponível em: https://nye.dk/wp-content/uploads/2020/08/2019_Sneglehusene.pdf. Acesso em: 21 jan. 2023.

OLIVEIRA, E. W. N. **Telhados verdes para habitações de interesse social: retenção das águas pluviais e conforto térmico**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental). Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2009.

RAMOS, S. R., RAMOS, L. L. A., LYRA, A. P. R. **Espaço público e vitalidade: Parque linear como instrumento de reconciliação em área residual da infraestrutura viária**. arq.urb, São Paulo, n 24, p. 126-145 abr. 2019. Disponível em: <https://revistaarqurb.com.br/arqurb/article/view/62/60>. Acesso em: 21 jan. 2023.

SOUZA, H. A., RODRIGUES, L. S.. (2012). **Ventilação natural como estratégia para o conforto térmico em edificações**. Revista Escola De Minas, 65 (Rem: Rev. Esc. Minas, 2012 65(2)). <https://doi.org/10.1590/S0370-44672012000200007>

STATE OF GREEN. **Nye – a new sustainable and water-wise suburb in Denmark that meets half of the SDG’s**. 2020. Disponível em: <https://stateofgreen.com/en/solutions/nye-a-new-sustainable-and-water-wise-suburb-in-denmark-that-meets-half-of-the-un-17-sdgs/>. Acesso em: 21 jan. 2023.

WEATHER SPARK. 2022. **Clima e condições meteorológicas médias no Aarhus Airport**. Disponível em: <https://pt.weatherspark.com/y/148204/Clima-caracter%C3%ADstico-no-Aarhus-Airport-Dinamarca-durante-o-ano#:~:text=A%20velocidade%20hor%C3%A1ria%20m%C3%A9dia%20do,22%2C5%20quil%C3%B4metros%20por%20hora>. Acesso em: 09 dez. 2022.

ZAMBRANO, G. C.; CASTRO-MERO, J. L.. **Arquitetura bioclimática**. Polo del conocimiento, v. 5, n. 3, p. 751-779, 2020.