



## **Verticalização Eficiente: proposta de uma edificação verticalizada para a cidade de Vitória (ES) alicerçada nos conceitos da sustentabilidade em arquitetura**

**BERNABÉ, Ana Carolina Alves (1); ALVAREZ, Cristina Engel de (2); SOUZA, Ana Dieuzeide Santos (3)**

- (1) Arquiteta, Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil – Universidade Federal do Espírito Santo, Brasil. E-mail: anacarolbernabe@gmail.com  
(2) Professora Doutora, Coordenadora do LPP/UFES - Laboratório de Planejamento e Projetos da Universidade Federal do Espírito Santo. Email: engel@npd.ufes.br.  
(3) Arquiteta Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil – Universidade Federal do Espírito Santo, Brasil. E-mail: anadieuzeide@gmail.com

**Resumo:** *Com a evolução das cidades, a sociedade se apropria de espaços cada vez menores e essa realidade motiva a construção de edifícios verticalizados, objetivando um melhor aproveitamento das áreas. No entanto, esse crescimento nem sempre foi concebido ordenadamente, surgindo a necessidade de se prever novas possibilidades para o espaço construído. A verticalização das cidades é, portanto, um desafio quanto à sustentabilidade. Objetiva-se, assim, identificar e propor soluções arquitetônicas, dentro do universo da sustentabilidade, capazes de promover um eficiente desempenho ambiental e conforto aos usuários, além de minimizar os impactos normalmente gerados por construções verticalizadas. O método contempla a revisão bibliográfica de estratégias “sustentáveis” aplicáveis ao edifício alto para, em seguida, projetá-lo com conceitos relevantes na avaliação da sustentabilidade. A pesquisa culminou no projeto de uma edificação verticalizada atrelada aos conceitos da sustentabilidade, buscando, além de desenvolver uma edificação adequada à sua realidade, avaliar o processo como um instrumento de pesquisa que, diante dos novos paradigmas da realidade ambiental, pode ser um aliado na conquista por edificações mais eficientes. O trabalho contribui, ainda, para nutrir a discussão do tema no âmbito acadêmico, demonstrando, também, como a verticalização pode ser uma proposta para a evolução da cidade de Vitória (ES).*

**Palavras-chave:** *Sustentabilidade, edifícios altos, eficiência energética, conforto ambiental, verticalização.*

**Abstract:** *According to the evolution of cities, the society is appropriate for increasingly smaller spaces. This fact motivated the construction of buildings verticalized, to a better use of areas. However, this growth was not always orderly manner, so the need to provide new possibilities for space built. The verticalisation of cities is therefore a challenge with regard to sustainability. Objective is to identify and propose architectural solutions within the world of sustainability, capable of promoting an efficient environmental performance and comfort to users, and minimize the impacts generated by construction verticalized. The method contemplates the review of strategies "sustainable" for the tall building and then design it with concepts relevant to the assessment of sustainability. The research culminated in the design of a building verticalized tied to concepts of sustainability, seeking, and develop a building appropriate to its situation, evaluate the process as a tool of research that, before the new paradigms of reality environment, and may be a ally in the conquest of buildings more efficient. The work would also contribute to fostering the discussion of the topic in the academic context, and demonstrate how verticalisation may be a proposal for the development of the city of Vitória (ES).*

**Key-words:** *Sustainability, tall buildings, energy efficiency, environmental comfort, verticalisation.*

### **1. INTRODUÇÃO**

Frente à crise energética mundial, iniciou-se, já na década de 70 do século passado, a discussão em torno do desenvolvimento sustentável das cidades. Dessa forma, o acelerado crescimento das mesmas, despertou a necessidade de se repensar também a relação de desequilíbrio identificada nos centros urbanos, onde esse crescimento mantém uma demanda de exploração dos recursos naturais incompatível com a realidade das reservas planetárias.



É importante ressaltar que, apesar do crescente desenvolvimento da tecnologia possibilitar uma relação muito próxima entre indivíduos em todo mundo, Yeang (2001) relata que a emigração das áreas rurais para as urbanas continuará acontecendo e novas cidades se formarão ao longo do tempo. Como resultado dessa tendência, afirma ainda que construções de alta densidade continuarão sendo construídas. Além disso, Gonçalves (2002) ressalta que, no desenvolvimento histórico da arquitetura, a necessidade de se construir cada vez mais alto, tem excedido as razões arquitetônicas e urbanas, fazendo com que a corrida pela verticalidade seja, antes de tudo, uma disputa pela supremacia política e econômica.

Sob essa tendência, destaca-se a construção civil como um agente nocivo ao planeta, sendo classificada como a atividade humana considerada geradora de maior impacto sobre o meio ambiente, com efeitos que não são reduzidos na mesma escala com que se desenvolvem os avanços tecnológicos na área (SILVA, 2003). A “construção sustentável” deve, portanto, incluir considerações energéticas e ambientais no processo projetual, buscando, sobretudo, identificar qual a linguagem que essa nova arquitetura deverá assumir. Sabe-se que é tempo de se criar uma arquitetura mais eficiente e enxuta, tanto na construção propriamente dita, quanto na etapa de operação, e de se eleger como nova realidade, a criação de espaços mais coerentes com o ambiente em que se inserem e humanizados, visando o bem estar de seus usuários, mesmo havendo a evidente necessidade de se verticalizar. Para isso, é possível tirar partido não só da avançada tecnologia disponível no mercado, mas principalmente, de soluções arquitetônicas que priorizem a eficiência da construção.

Então, reconhecendo a verticalização como um processo tendencial dos centros urbanos, o edifício alto passa a ter significativo papel na insustentabilidade do espaço, e ao mesmo tempo, se configura como um importante ponto estratégico de intervenção para se alcançar o desdobramento de espaços mais sustentáveis. Dessa forma, buscou-se fundamentar a pesquisa compreendendo alguns conceitos que permitissem estabelecer soluções mais adequadas a essa proposta.

A questão energética é uma relevante vertente nesse estudo, uma vez que a Utilização Racional de Energia (URE) pode contribuir para a significativa redução do consumo desta. Assim, o emprego de energias renováveis - tais como, a fotovoltaica, eólica e biomassa -, são soluções já encontradas como práticas alternativas. No entanto, nem sempre o uso dessas se mostra viável, sendo também defendidas e pesquisadas alternativas para a diminuição da demanda energética. Segundo Lamberts, Dutra e Pereira (1997, p.24), “a eficiência energética pode ser entendida como a obtenção de um serviço com baixo dispêndio de energia. Portanto, um edifício é mais eficiente energeticamente que outro quando proporciona as mesmas condições ambientais com menor consumo de energia”. Sendo assim, é fundamental buscar promover tal eficiência utilizando, preferencialmente, recursos e inovações arquitetônicas na fase de projeto, visando, por exemplo, o melhor aproveitamento do clima. Lamberts, Dutra e Pereira (1997) destacam o paisagismo, a orientação solar e a escolha da tipologia arquitetônica como elementos fundamentais para adequação do edifício ao clima. Isso deverá garantir, por conseguinte, um satisfatório nível de conforto ambiental para os usuários, que pode ser alcançado através dos conceitos de bioclimatologia, diretamente ligados à umidade e à temperatura do local (BROWN; DEKAY, 2004). Características como a eficaz ventilação e iluminação natural, podem promover bem estar aos usuários além de otimizar o uso de climatização e iluminação ativa.

Frota e Schiffer (2001) ressaltam que a partir de variáveis climáticas, e de outras variáveis como a atividade desenvolvida pelo indivíduo, são desenvolvidos inúmeros estudos que procuram determinar os vários graus de conforto ou desconforto por frio ou por calor. No entanto, é importante ressaltar que, o uso de climatização ativa e iluminação artificial são indispensáveis quando não se encontram, no ambiente natural, as condições necessárias para que se atinja o nível de conforto desejado. Nessas condições, faz-se necessário o uso de climatização ativa eficiente, como por exemplo, o forro gelado, que segundo Gonçalves (2005), promove um menor consumo de energia usando, ainda, menores dutos de ar e, por consequência, diminuindo os espaços entre forros.

Outro ponto importante da pesquisa é a racionalização do uso da água que, segundo Gonçalves (2005), tem como principais vantagens uma menor emissão de poluentes e a redução do consumo de água potável. Para esta pesquisa, foram estudadas duas formas alternativas de consumo de água, sendo estas: o aproveitamento de águas residuárias cinzas, provenientes do uso de lavatórios, chuveiros, banheiras, máquina de lavar roupas e tanques (GONÇALVES; SILVA; WANKE, 2007); e o aproveitamento da água



de chuva, que segundo Vaccari *et al.* (2005), é uma das soluções mais simples e baratas para preservação da água potável.

Ornstein, Bruna e Romero (1995) citam que pesquisas feitas nos anos 1970 relatam que quanto maior a capacidade do edifício em aceitar improvisações de seus usuários, maior será a satisfação dos mesmos. Em decorrência disso, ressaltam a relevância da flexibilidade nos arranjos espaciais dos projetos arquitetônicos. Yeang (2001) também destaca pontos importantes no que tange à forma e à espacialização do edifício. Ele determina que, em localidades de clima tropical onde a incidência solar é constante e as temperaturas são elevadas, a forma ideal do edifício é a retangular, com uma proporção, para a planta de 3:1. Além disso, estabelece que os núcleos de serviço devem ser bipartidos e sua localização, preferencialmente, nas fachadas onde há maior incidência solar direta, ou seja, nos planos leste e oeste, pois têm a função de bloqueio solar.

## 2. OBJETIVO

Reconhecendo o processo de verticalização como uma evolução natural do meio urbano, seja pela simples necessidade de marcar a verticalidade ou pela crescente evolução das cidades, objetiva-se avaliar as possibilidades para o desenvolvimento de edifícios altos alicerçados nos conceitos da sustentabilidade na construção civil, adotando-se como principal instrumento o desenvolvimento de um projeto arquitetônico para um edifício comercial na cidade de Vitória (ES).

## 3. MÉTODO

A metodologia consistiu, inicialmente, em uma revisão bibliográfica acerca do processo evolutivo das cidades no âmbito da verticalização. Paralelamente, realizou-se uma pesquisa de estratégias denominadas “sustentáveis” para que, diante da “insustentabilidade” identificada na produção atual, fosse possível propor um edifício alto com impactos ambientais estrategicamente reduzidos. Posteriormente, foram utilizados alguns *softwares*, como AutoCad (2007) e Sketchup (2007) como instrumentos auxiliares no desenvolvimento do projeto arquitetônico, e o Analysis SOL-AR (LAMBERTS; MACIEL, 2006) para simulações das estratégias bioclimáticas, além de croquis e simulações com base em fotografias retiradas no local.

A inicialização do processo projetual se deu a partir da identificação dos problemas e potencialidades do local escolhido para a implantação da edificação, por meio da realização de vários experimentos ponderando diversas soluções volumétricas. A cada lançamento projetual foram efetuadas avaliações no intuito de testar não só os resultados arquitetônicos obtidos, mas também os efeitos dos mesmos nas questões de conforto, destacando-se que mesmo após escolhida a volumetria considerada com maior potencial de eficiência – especialmente no que diz respeito à busca de conforto a partir de estratégias bioclimáticas – foram realizadas várias adaptações ao longo do processo de aprimoramento da solução arquitetônica.

Além dos condicionantes ambientais, as legislações urbanas vigentes - Plano Diretor Urbano (VITÓRIA, 2006) e Código de Obras (VITÓRIA, 1998) foram respeitadas, principalmente em relação ao índice de aproveitamento, visto a estreita ligação deste com a viabilidade econômica do empreendimento e com as diretrizes urbanas definidas para a região, especialmente em a relação à densidade.

A avaliação do “grau de sustentabilidade” foi feita através de um *check list* elaborado com base nos critérios da *Ferramenta ASUS – Versão Zero/SBTool* (SOUZA, 2008), observando que esta, como o próprio nome sugere, foi desenvolvida com base, principalmente, na ferramenta *SBTool* formulada pelo SBC<sup>1</sup>. De sua origem, a ASUS também adota uma escala de graduação que varia desde uma prática negativa (-1) até uma prática de excelência (+5), o nível de eficiência atingido pela edificação. No entanto, foi preciso adaptar e limitar tal avaliação, uma vez que o presente trabalho não se propõe a quantificar as estratégias, e sim, implementar as mesmas durante o processo projetual.

---

<sup>1</sup> SBC - *Sustainable Building Challenge*





## 4. RESULTADO

### 4.1. A proposta projetual

A escolha do partido arquitetônico se valeu, inicialmente, de uma reflexão acerca da identidade local promovida pelas construções existentes. Logo, a solução para uma intervenção coerente foi a de projetar uma arquitetura moderna, com traços que permitissem criar a distinção entre as formas e funções do edifício através de volumes limpos e planos simples contribuindo para a obtenção de um conjunto dinâmico e integrado.

Para a primeira análise de escolha do terreno foi diagnosticada uma região com potencial para a atividade comercial proposta para o edifício. Essa área está inserida no bairro Enseada do Suá, que hoje é o Centro Administrativo e, portanto, possui edificações de uso institucional e órgãos federais e estaduais. Tal realidade levou à construção, em larga escala, de edifícios comerciais na região, sendo atualmente uma área consolidada para atividades desse fim. Com a escolha da região, iniciou-se o direcionamento e o recorte para o objeto da pesquisa, definindo inicialmente, o lote mais adequado ao empreendimento.

Posteriormente, foi elaborado um quadro de avaliação para auxiliar nas tomadas de decisões, levando-se em conta requisitos como: insolação, acesso, paisagem, dimensão do terreno, compatibilidade de altura com o entorno, localização e índices urbanísticos. Assim, cada terreno foi avaliado recebendo uma pontuação que variou de 1, 2 a 3 pontos para identificar o requisito ruim, regular e bom, respectivamente. Feita a análise quantitativa, foi possível identificar um terreno com as melhores características para a implantação do edifício. Este está localizado na Rua José Alexandre, esquina com a Rua Tenente Francisco de Brito e com a Rua Humberto de Paula, na Enseada do Suá e possui área de 9.146 m<sup>2</sup>. O projeto arquitetônico resultou num conjunto formado por três blocos principais (edifício verticalizado de salas comerciais, edifício garagem e unidades de comercios) e aproximadamente 30.000m<sup>2</sup> de área construída, tendo o bloco principal 35 pavimentos. O conjunto é interligado através de pórticos e de uma extensa marquise, como é possível observar nas Figuras 01 e 02.



FIGURA 1 - Vista geral da entrada sul.

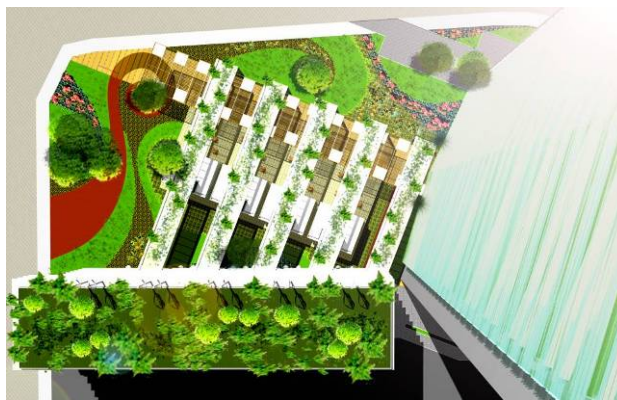


FIGURA 2 – Destaque para os blocos interligados.

O projeto contempla, em cada pavimento tipo, uma ampla sala, sendo que a mesma pode ser subdividida em até 8 salas menores, promovendo-se assim a flexibilidade de uso e adaptabilidade dos espaços (Figura 3). Destaca-se que a questão da flexibilidade é um dos aspectos considerados na avaliação de sustentabilidade uma vez que auxilia na ampliação da vida útil da edificação.

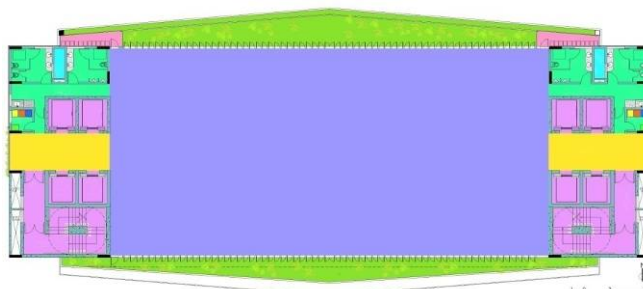


FIGURA 3 – Planta esquemática do pavimento tipo.



Interceptando a verticalidade dos pavimentos tipo, o 18º andar foi destinado ao auditório e duas salas adaptáveis a exposições ou mesmo mini-conferências. Já o último pavimento contempla um restaurante.

Sendo o conforto ambiental uma diretriz determinante para o projeto, o planejamento deste edifício foi elaborado segundo os conceitos de Yeang (2001). Os núcleos de serviço (área de pouca permanência) foram localizados nas fachadas com incidência solar direta (leste e oeste), conforme Figura 4. Além disso, a forma do edifício é a retangular, com uma proporção, para a planta, de 3:1 como mostra a Figura 5.

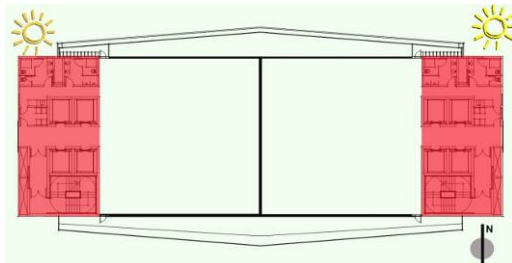


FIGURA 4 - Núcleos de serviço (área vermelha)

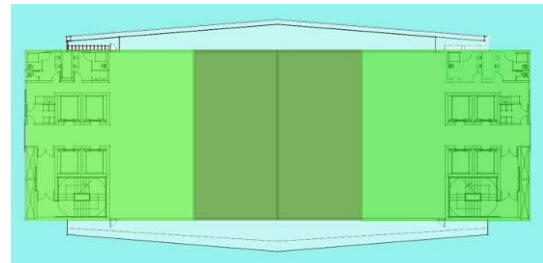


FIGURA 5 - Esquema da proporção, em planta, de 3:1.

Para promover o maior aproveitamento dos ventos, tanto para a ventilação natural nos ambientes como para a obtenção de energia limpa, foi preciso avaliar o gráfico de frequência de ocorrência de ventos na região e o das velocidades médias para cada estação. Tais gráficos são fornecidos pelo *software* Analysis SOL-AR (LAMBERTS; MACIEL, 2006) desenvolvido pelo Laboratório de Eficiência Energética em Edificações (LABEEE/UFSC) através de rosas dos ventos da região desejada, no caso, a cidade de Vitória (Figura 6 e 7).

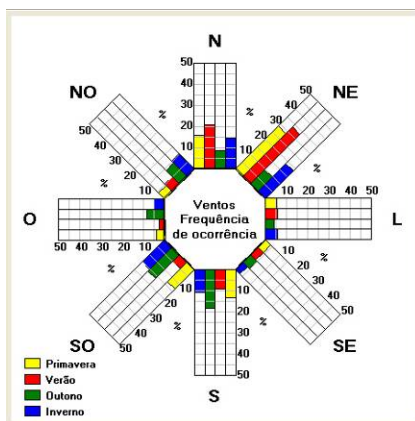


FIGURA 6 - Rosa dos Ventos com a indicação da frequência de ocorrência dos ventos (a partir de SOLAR, 2008).

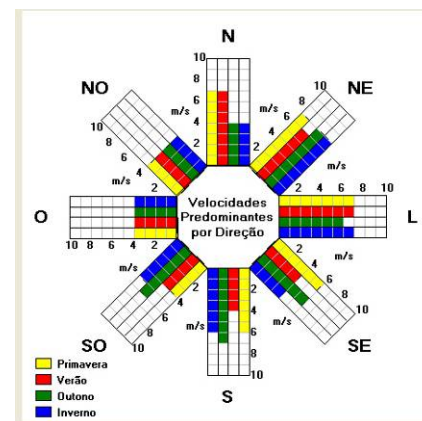


FIGURA 7 - Rosa dos Ventos com indicação da velocidade predominante por direção (a partir de SOLAR, 2008).

Analisando os gráficos é possível constatar que a maior frequência, bem como as maiores velocidades, estão no quadrante das direções NO e NE, seguidos dos ventos oriundos da orientação S e SO, que apresentam velocidade e frequência desejáveis principalmente no outono e no inverno. Dessa forma, o projeto levou em consideração tais condicionantes naturais, uma vez que além de contemplar aberturas para o exterior em todos os ambientes, os blocos dos banheiros foram projetados em posições estratégicas para receberem os ventos predominantes vindos do nordeste. Procurou-se proporcionar também a ventilação cruzada no “corpo” do edifício, sendo que tal benefício foi pela largura da edificação, definida em 17 m que, seguindo assim as recomendações de Yeang (2001), favorece a ventilação cruzada eficiente.

Para alcançar o conforto térmico na área das salas, foi feito, inicialmente, um estudo com a Carta Solar, também no *software* Analysis SOL-AR (Figuras 8 e 9), onde foi possível identificar como fazer o bloqueio da incidência solar indesejada e o aproveitamento da mesma de forma eficiente. Depois de algumas simulações, chegou-se a uma solução com a criação de átrios ajardinados no perímetro das fachadas norte e sul para promover o sombreamento desejado nas áreas de trabalho. Este sistema, porém, foi projetado levando-se em conta as especificidades de cada orientação.

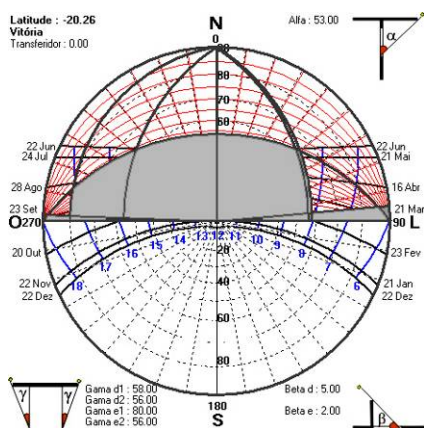


FIGURA 8 - Mascara Solar da Fachada Norte (a partir de SOLAR, 2008).

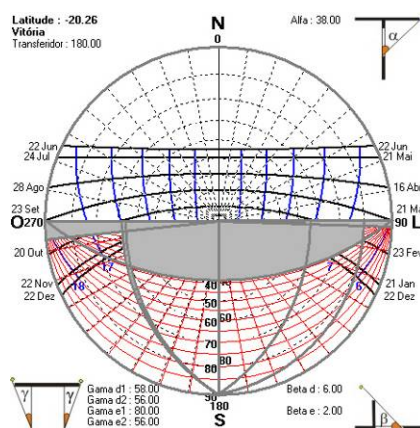


FIGURA 9 - Mascara Solar da Fachada Sul (a partir de SOLAR, 2008).

Por estar localizada no hemisfério Sul, a edificação tem na fachada norte a maior incidência solar, portanto, nela foram criados jardins em todos os pavimentos, na intenção de criar um microclima que refrescasse o ambiente e, ao mesmo tempo, bloqueasse a incidência solar direta, conforme Figuras 10 e 11.

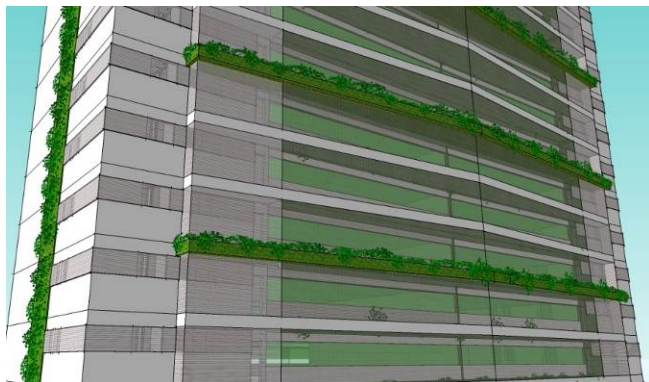


FIGURA 10 - Detalhe esquemático da perspectiva da Fachada Norte.

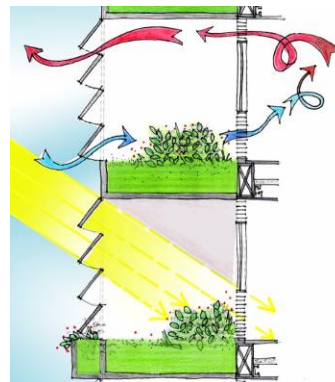


FIGURA 11 - Esquema de ventilação e iluminação da Fachada Norte.

Como é possível perceber na Figura 11, criou-se um átrio constituído por duas camadas de vidro, sendo que a mais externa é composta por painéis fotovoltaicos translúcidos para a captação da energia solar, aproveitando-se, assim, a grande radiação dessa fachada. A importância desse sistema se justifica pelo fato da energia solar fotovoltaica ser obtida através da conversão direta da luz em eletricidade, tendo grande importância no panorama da sustentabilidade, já que sua fonte é abundante, inesgotável e não-poluente.

Já a camada mais interna possui um sistema eficiente de troca do ar, ou seja, o ar exterior entra no átrio, é refrescado pela vegetação do jardim, depois passa pela veneziana localizada junto ao piso e adentra o ambiente. Já o ar interior, geralmente aquecido, sai pela veneziana localizada junto ao teto, passando novamente pelo átrio, seguindo o fluxo promovido pelo sistema. É importante salientar que a utilização dos painéis fotovoltaicos para a captação da radiação solar não se restringe somente à fachada norte, visto que também foram previstas placas instaladas na cobertura do edifício. O sistema é composto por placas, inversores, e por baterias para o armazenamento da energia. Para tal, foram reservadas as laterais dos átrios como locais de instalação das baterias para armazenar a energia oriunda das placas da fachada e, no último pavimento, uma área específica para atender à energia gerada com as placas da cobertura.

Por receber menor incidência direta de luz, a fachada Sul foi projetada com jardins a cada três pavimentos (Figura 12) e um sistema de prateleira de luz como mostra o esquema da Figura 13. Essa prateleira ora serve como brise solar, ora como elemento reflexivo da luz do sol.



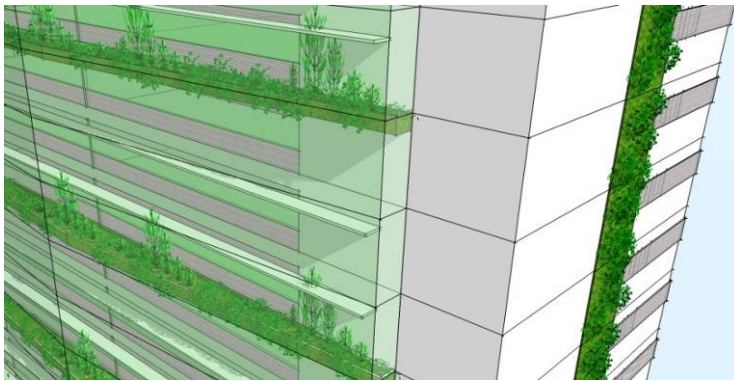


FIGURA 12 - Detalhe da perspectiva da Fachada Sul

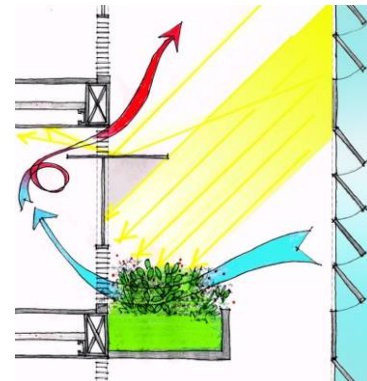


FIGURA 13 – Esquema de ventilação e iluminação da fachada Sul:

Sempre que possível, buscou-se promover a climatização dos ambientes pelo sistema passivo, no entanto, em condições não-favoráveis à utilização da ventilação natural, é necessária a utilização de climatização ativa. Desse modo, foi projetado o sistema de forro gelado, ou radiante, que tem a radiação como princípio de resfriamento. Os reflexos práticos desse sistema são, segundo Gonçalves (2005):

- 40% a 50% de redução na carga elétrica instalada e menor consumo de energia;
- Menores dutos de ar utilizando menores espaços entre forro;
- Mais pavimentos em um mesmo gabarito em altura; e
- Menor volume de concreto e ferro para a mesma quantidade de pavimentos;

Assim como a climatização, a iluminação dos ambientes também precisa de um sistema que contemple as situações não favoráveis ao uso da iluminação natural. Para tal, o edifício deverá contemplar uma iluminação artificial eficiente e isso pode ser alcançado, por exemplo, com a utilização de lâmpadas fluorescentes e *leds* projetados de acordo com o *layout* e afastamento em relação às entradas de luz natural. Assim, é possível especificar níveis distintos de luminância para áreas mais próximas às janelas e áreas mais afastadas, bem como para áreas de trabalho e áreas de passagem. Além disso, são propostos sensores de presença para esses ambientes de permanência temporária.

A questão estrutural, que contempla com significativa importância o uso racional e adequado dos materiais, foi resolvida utilizando soluções distintas, específicas para cada situação, buscando a eficiência do conjunto através de soluções particularizadas. O núcleo de serviço foi projetado de duas maneiras: a escada e os elevadores são núcleos rígidos, enquanto que as instalações sanitárias e a área para coleta seletiva dos resíduos foram projetados no sistema viga-laje convencional. Já a área das salas é concebida em estrutura metálica, com vigas treliçadas, para possibilitar a passagem das instalações elétricas e de automação predial (Figura 14).

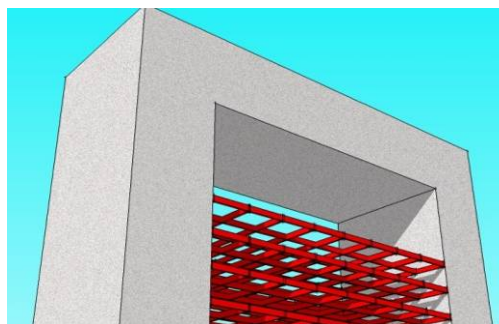


FIGURA 14 - Esquema Estrutural projetado com vigas treliçadas.

A utilização racional do uso da água também foi um ponto importante do projeto. Para a otimização do uso de água potável, foram propostos dois sistemas básicos. O primeiro consiste na captação da água de chuva através de calhas na cobertura e nos jardins das fachadas do edifício. Sendo assim, as águas coletadas no telhado do edifício passam pelo processo de descarte e filtragem no pavimento técnico e são armazenadas em uma caixa d'água projetada exclusivamente para este tipo de água. Já as coletadas nas fachadas, a princípio deveriam ser levadas para uma cisterna instalada na base do edifício, no entanto, a



energia utilizada para bombeá-las até as áreas de uso final acabaria inviabilizando o sistema, uma vez que percorreria aproximadamente 120 metros. Para solucionar essa questão, foi projetado um sistema que contempla caixas d'água por pavimento, logo, a água coletada na fachada a cada três pavimentos passa pelo processo de limpeza, sendo diretamente armazenada neste mesmo nível, e abastecendo o pavimento logo abaixo. É importante ressaltar que existem períodos de estiagem em que a precipitação de chuva não é freqüente, sendo necessário, então, criar um sistema misto. Para tal, instalou-se um *shaft* capaz de abastecer a caixa nesses períodos.

O segundo sistema proposto consiste na reutilização de águas residuárias tratadas, sendo que o uso desta água não apresenta a desvantagem apresentada pelo primeiro sistema, uma vez que sua geração é proporcional ao consumo da água potável, permitindo um ciclo de renovação da água. No entanto, o tratamento das águas residuárias necessita de uma central que se localiza, convenientemente, no subsolo da edificação, conforme fluxograma da Figura 15.

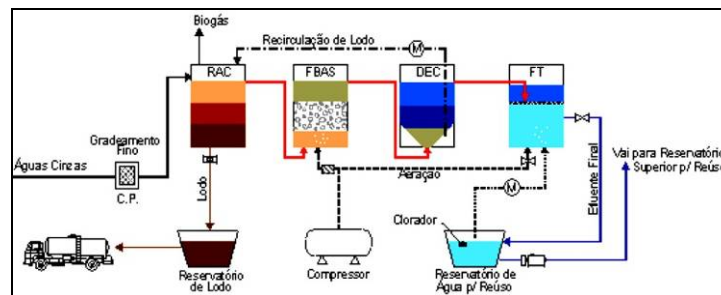


FIGURA 15- Esquema de reaproveitamento das águas cinzas e pluviais (GONÇALVES; SILVA; WANKE, 2007).

Procurou-se resolver de forma eficiente a questão do bombeamento dessas águas para os reservatórios superiores dividindo o ETAC - Estação de Tratamento de Águas Cinzas (GONÇALVES; SILVA; WANKE, 2007) - em dois pavimentos: um se localiza acima do auditório (aproximadamente 58 m de altura) e se propõe a tratar as águas dos pavimentos acima e, ainda, armazenar essa água abastecendo os quinze primeiros pavimentos tipo; o outro, projetado no último pavimento, trata as águas dos primeiros pavimentos (abaixo do auditório) que são inicialmente recolhidas em uma cisterna localizada no subsolo e depois bombeadas até o último pavimento para que possam receber o tratamento. Logo, o sistema permite que uma menor quantidade de água precise alcançar a altura total da edificação proposta.

#### 4.2. A avaliação da eficiência

A avaliação da eficiência contempla, como diretriz, uma adaptação da ferramenta Asus, que teve sua elaboração baseada, principalmente, nos quesitos da *SBToll*. Essa ferramenta foi desenvolvida por um consórcio internacional chamado *Sustainable Building Challenge* (SBC), com o objetivo de criar um sistema de avaliação de edificações possível de ser adaptado a diferentes regiões, respeitando assim, as especificidades locais (SOUZA, 2008). Ambas as ferramentas contemplam uma lista de critérios abrangente, capaz de abordar desde as questões ambientais até as sociais, sendo estes critérios utilizados amplamente para a avaliação desenvolvida neste trabalho. No entanto, como não se visava a quantificação, utilizou-se uma escala gráfica de cores que, segundo Alvarez (2003), permite a identificação rápida dos valores adotados para cada item avaliado, qualificando os diferentes níveis de intervenção alcançados por meio das estratégias projetuais, conforme demonstra o Quadro 1.

ESCALA	SIGNIFICADO
	Não foi avaliado por envolver questões de outras disciplinas, ou por ser característico de uma avaliação pós-ocupação do edifício.
	Estratégia projetada ou identificada com eficiência na proposta projetual.
	Estratégia projetada ou identificada com restrições na proposta projetual.
	Estratégia identificada como ineficiente.
	Estratégia não identificada na proposta levando a uma situação com relativa negatividade na proposta projetual.

QUADRO 1 - Escala de cores para avaliação do edifício.





É importante ressaltar o caráter preliminar e superficial da avaliação, no entanto, ainda que não seja possível contabilizar e quantificar o real grau de eficiência atingido fica clara a iniciativa projetual de minimizar os impactos causados pelo crescimento das cidades com a urbanização de áreas que refletem uma paisagem cada dia mais verticalizada. A Tabela 1 resume a análise feita.

TABELA 1 - Síntese da pontuação em relação às grandes áreas de análise.

Temas		Quant.					
<b>A</b>	Seleção do sítio, planejamento e desenvolvimento do empreendimento	27	8	14	3	1	1
<b>B</b>	Consumo de energia e recursos	16	3	5	5	1	2
<b>C</b>	Cargas ambientais	20	10	3	6	1	0
<b>D</b>	Qualidade do ambiente interno	21	7	13	1	0	0
<b>E</b>	Qualidade dos serviços	19	8	8	2	0	1
<b>F</b>	Aspectos sociais e econômicos	9	3	5	1	0	0
<b>G</b>	Aspectos Culturais e perceptivos	3	1	1	1	0	0
	Total	115	40	49	19	3	4
	Total em porcentagem	100%	34,80%	42,60%	16,52%	2,60%	3,48%

Conclui-se, como demonstra a Tabela 2, que o edifício proposto contempla com eficiência aproximadamente 65% dos critérios avaliados pela ferramenta utilizada como base nessa análise. Sendo assim, é possível constatar - uma vez que esses itens são atributos de edificações ecologicamente eficientes - que a proposta alcança os objetivos previamente traçados.

TABELA 2 - Resumo das porcentagens para os critérios avaliados.

	Total de critérios avaliados				
Critérios avaliados	75	49	19	3	4
Porcentagem	100%	65,33%	25,33%	4%	5,34%

Apesar de a avaliação ter sido satisfatória para o trabalho apresentado, é relevante indicar, como proposta para o aprofundamento da análise apresentada, a necessidade de criar padrões brasileiros de excelência na construção tida como sustentável. Originalmente, a *SBTtool* tem suas marcas de referência estabelecidas de acordo com um padrão construtivo e arquitetônico internacional e incompatível com a realidade do país. Ainda que os parâmetros comparativos possam ser ajustados à realidade em que o edifício se insere, fugindo da generalização comumente encontrada nos métodos de avaliação ambiental, alguns dos itens questionados ainda não encontram uma fundamentação no contexto brasileiro. No entanto, a possibilidade de adaptação da ferramenta já é encarada como um desafio e, sobretudo, como uma importante vertente de estudos no panorama de construções ambientalmente responsáveis. A exemplo disso, pode-se destacar a ferramenta *Asus*, que teve sua versão 0 (zero) publicada em 2008 (SOUZA, 2008) e atualmente se encontra em desenvolvimento através de uma pesquisa com recursos oriundos da FAPES – Fundação de Apoio à ciência e Tecnologia do Espírito Santo, envolvendo uma grande equipe multidisciplinar e com previsão de conclusão até janeiro de 2011.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foi possível verificar nesta pesquisa que, com a utilização de tecnologias e soluções arquitetônicas que buscam a sustentabilidade, é possível projetar edifícios altos sem perder o propósito de cumprir com as expectativas inerentes a qualquer projeto arquitetônico. Através da criação de espaços livres no pavimento térreo e de afastamentos amplos nos limites do lote, contribui-se, também, com o entorno, principalmente considerando a condição climática de Vitória. No aspecto estético, os afastamentos e a liberação do solo no nível do usuário urbano são medidas inquestionavelmente desejáveis para a harmonização da paisagem natural com o ambiente construído, sugerindo formas elegantes de inserção de novos elementos no cenário construído.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVAREZ, Cristina Engel de. *Metodologia para construção em áreas de difícil acesso e de interesse ambiental: aplicabilidade na Antártica e nas ilhas oceânicas brasileiras*. 2003. 193f. Tese. Faculdade de Arquitetura da Universidade de São Paulo (FAUUSP), São Paulo, 2003.

AUTOCAD. Versão 2007. [S.I.]: AutoDesk, 2006. 1 cd-rom.

BROWN, G.Z.; DEKAY, Mark. *Sol, Vento & Luz: Estratégias para o projeto de arquitetura*. 2.ed. Porto Alegre: Bookman, 2004.

FROTA, Anésia Barros; SCHIFFER, Sueli Ramos. *Manual de Conforto Térmico*. 5. ed. São Paulo: Studio Nobel, 2001. 243 p.

GONÇALVES, Joana C. S.; ROMERO, Marcelo de A. O debate da verticalidade e o novo protótipo do edifício alto no projeto *Millenium Tower*, Londres. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONTRUÍDO, 1., 2002, Foz do Iguaçu. *Anais...* São Paulo: ENTAC.

GONÇALVES, Luciana Pavanello. *Condicionamento de ar e sua evolução tecnológica*. 2005. Monografia (Graduação em Engenharia Civil com ênfase ambiental) – Universidade de Anhembi Morumbi, São Paulo, 2005.

GONÇALVES, R.F.; SILVA, G. M.da; WANKE, R. *Uma nova geração de edifícios “verdes” com reuso de águas cinza em Vitória (ES)*. In: Seminário Estadual Sobre Saneamento e Meio Ambiente – SESMA, 7., 2007, Vitória.

LAMBERTS, Roberto; DUTRA, Luciano; PEREIRA, Fernando O R. *Eficiência Energética*. 2. ed. São Paulo: PW editores, 1997. 192 p.

LAMBERTS, Roberto; MACIEL, Alexandra Albuquerque. *Analysis SOL-AR*. Versão 6.1.1. Florianópolis: UFSC, Laboratório de Eficiência Energética em Edificações, 2006. Disponível em: <http://www.labee.ufsc.br/software/analysisSOLAR.htm>. Acesso em: 20 julho 2009.

ORNSTEIN, Sheila W.; BRUNA, Gilda; ROMERO, Marcelo. *Ambiente construído e comportamento – A avaliação pós-ocupação e a qualidade ambiental*. São Paulo: Studio Nobel, FAU/USP, FUPAM, 1995.

SILVA, Vanessa Gomes. *Avaliação da sustentabilidade de edifícios de escritórios brasileiros: diretrizes e base metodológica*. 2003. 210p. Tese (Doutorado). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

SKETCHUP. Versão 6.0.515. [S.I.]: Google, 2007. Disponível em: <http://sketchup.google.com/index.html>. Acesso em: 15 jul. 1998.

SOUZA, Ana Dieuzeide Santos. *Ferramenta Asus: Proposta preliminar para avaliação da sustentabilidade de edifícios brasileiros a partir da base conceitual da SBtool*. 2008. Dissertação (mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2008.

VACCARI, Karla *et al.* Caracterização da água de chuva para o seu aproveitamento em edificações como fonte alternativa de água para fins não potáveis na região metropolitana de Vitória (ES). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 233., 2005, Campo Grande. *Anais...* Mato Grosso: ABES, 2005, p.2-4.

VITÓRIA, *Lei nº 6.705, de 2006*. Institui o Plano Diretor Urbano do Município de Vitória e dá outras providências. Prefeitura Municipal de Vitória: Vitória, 2006.

VITÓRIA. *Lei nº 4.821, de 30 de dezembro de 1998*. Institui o Código de Edificações do Município de Vitória e dá outras providências. Prefeitura Municipal de Vitória: Vitória, 1998.

YEANG, Ken. *El rascacielos ecológico*. Barcelona: Gustavo Gili: 2001.

## AGRADECIMENTOS

À FAPES pela bolsa concedida, que possibilitará a continuidade dessa pesquisa na pós-graduação.