



## **Teste de aplicabilidade dos critérios de conforto térmico e eficiência energética estabelecidos pela ferramenta ASUS: estudo de caso na sede administrativa do Centro de Artes da UFES**

**Fernando Boechat Fanticele (1); Bruna Gomes Casagrande (2); Ana Carolina Alves Bernabé (3); Ana Dieuzeide Santos Souza (4); Cristina Engel de Alvarez (5)**

(1) Laboratório de Planejamento e Projetos (LPP) e Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil (PPGEC) da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES) - Brasil. E-mail: fernandobf.vix@gmail.com

(2) Laboratório de Planejamento e Projetos (LPP) e Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil (PPGEC), Universidade Federal do Espírito Santo (UFES) - Brasil. E-mail: brunagommes@gmail.com

(3) Laboratório de Planejamento e Projetos (LPP) e Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil (PPGEC), Universidade Federal do Espírito Santo (UFES) - Brasil. E-mail: anacarolbernabe@gmail.com

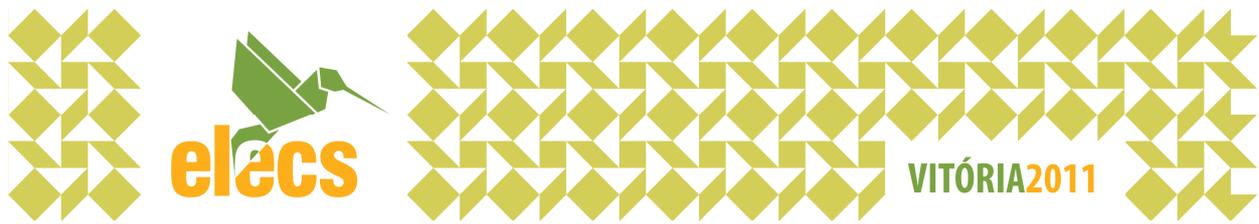
(4) Laboratório de Planejamento e Projetos (LPP) e Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil (PPGEC) da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES) - Brasil. E-mail: anadieuzeide@gmail.com

(5) Laboratório de Planejamento e Projetos (LPP) e Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil (PPGEC) da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES) - Brasil. E-mail: cristinaengel@pq.cnpq.br

**Resumo:** A proposta da ASUS – ferramenta de avaliação de sustentabilidade de edificações comerciais e institucionais do Estado do Espírito Santo – está alicerçada nas características regionais e, embora o uso de instrumentos de certificação de edifícios por profissionais projetistas não seja uma prática comum no Brasil, acredita-se que o desenvolvimento de uma ferramenta baseada em condicionantes locais torne essa avaliação mais coerente com a realidade a que se insere. O **objetivo** deste estudo foi testar a aplicabilidade da metodologia de avaliação de sustentabilidade proposta pela Ferramenta ASUS quanto aos requisitos de desempenho e conforto térmico, ventilação natural e eficiência energética, cuja avaliação foi elaborada considerando seis critérios, sendo o teste realizado visando identificar suas potencialidades, dificuldades e entraves, a fim de retroalimentar o processo de desenvolvimento da ferramenta. A **metodologia** adotada consistiu na avaliação do projeto executivo da sede administrativa do Centro de Artes da UFES, utilizando-se como referência os procedimentos metodológicos descritos em cada critério do referencial teórico da ferramenta. **Resultados:** dentre os principais resultados obtidos no teste metodológico, destacou-se o problema da falta de informações complementares para as avaliações, tradicionalmente não disponíveis em um projeto executivo. Além disso, para a avaliação de alguns itens específicos, observou-se que o processo requer o conhecimento de ferramentas de simulação termo-energética, sendo o uso desses softwares um método de trabalho pouco empregado na prática dos profissionais do Espírito Santo. Através do estudo de caso foi possível constatar que os critérios propostos na ferramenta ASUS abrangem os itens fundamentais para a avaliação de conforto térmico e eficiência energética e podem auxiliar o projetista na tomada de decisões visando à obtenção de edificações mais próximas ao conceito de sustentabilidade na construção civil.

**Palavras-chave:** avaliação de sustentabilidade; conforto térmico, eficiência energética; edifícios institucionais; ASUS.

**Abstract:** The purpose of ASUS - tool for evaluating sustainability of commercial and institutional buildings of Espirito Santo (Brazil) - is based on regional characteristics and, although the use of instruments for certification of buildings by professional designers is not a common practice in Brazil, it is believed that the development of a tool based on local conditions make this evaluation more consistent with the reality that falls. The objective was to test the applicability of the methodology proposed by the sustainability assessment tool ASUS regarding performance requirements and thermal comfort, natural ventilation and energy efficiency, composed of six criteria, identifying its potential difficulties and obstacles in order to provide feedback the process of developing the tool. The methodology adopted was to assess the project's executive headquarters of the Center for the Arts UFES, using as reference the methodological procedures described in each criterion of the theoretical tool. Results: Among the main



*results obtained in the test methodology, the highlight was the lack of additional information for the assessments that are not traditionally available to the project executive. Moreover, to evaluate some specific items, it was observed that the process requires knowledge of simulation-term energy, and the use of this software a little work method employed in professional practice of the Holy Spirit. Through the case study, we determined that the proposed criteria in the tool ASUS cover the key items for assessment of thermal comfort and energy efficiency and can help the designer in making decisions regarding the acquisition of buildings closer to the concept of sustainability in building civil.*

**Keywords:** *sustainability assessment; thermal comfort; energy efficiency; institutional buildings; ASUS.*

## 1. INTRODUÇÃO

O conceito de desenvolvimento sustentável envolve, além das questões ambientais e preocupações pelos impactos causados pelo homem sobre o ambiente, aspectos econômicos e sociais. As três dimensões – ambiental, econômica e social – formam o tripé elementar da sustentabilidade - entendendo-se que os ramais cultural e político estão contidos na esfera social -, sendo a construção mais sustentável aquela que equilibra estes três aspectos de forma adequada. Atualmente, as discussões em torno do assunto buscam compreender, efetivamente, o que é ser sustentável.

Nesse sentido, as ferramentas para avaliação da sustentabilidade, desenvolvidas em diversos países, estudam métodos que, em sua maioria, se propõem a mensurar o impacto causado pelas edificações em relação às diversas etapas do ciclo de vida de uma edificação, tais como planejamento, projeto, construção, operação e descarte. No entanto, a consagração de algumas dessas ferramentas, originárias de países desenvolvidos, pode induzir à adoção de métodos não condizentes com as peculiaridades de cada região.

Frente a isso, com o desenvolvimento da Ferramenta ASUS, proposta inicialmente por Souza (2008), tem-se como objetivo principal fornecer uma ferramenta livre, passível de ser utilizada por profissionais – especialmente projetistas e arquitetos – com alguma formação nos assuntos abordados, não aspirando à certificação, mas sim, configurando-se principalmente como um instrumento auxiliar na tomada de decisão por esses profissionais, visando à construção de edifícios eficientes, com menor impacto ambiental e procedimentos socialmente justos (SOUZA et. al, 2010).

Durante o desenvolvimento da Ferramenta ASUS, que é voltada para a fase de projeto, notou-se que seria importante fazer uma avaliação da mesma, na forma de um teste piloto, visando identificar potencialidades e necessidades de ajuste. Para isso foi escolhido um projeto na própria universidade, visto a facilidade na obtenção da documentação pertinente para a realização dos procedimentos de aplicação da ferramenta.

O projeto arquitetônico escolhido teve a participação de alguns professores e pesquisadores do Departamento de Arquitetura, que com essa oportunidade de avaliação puderam fazer uma reflexão acerca dos efeitos das decisões arquitetônicas em todo o processo projetual e construtivo. O projeto é o do Centro Administrativo do Centro de Artes (Figuras 1 e 2), que foi desenvolvido em 2009, tendo os projetos executivo e complementares sido elaborados a partir de contratação de empresa privada por meio de licitação pública.



**FIGURA 1** - Fachada Sul.



**FIGURA 2** - Fachada Norte.

## 2. OBJETIVO

Testar a aplicabilidade da metodologia de avaliação de sustentabilidade proposta pela Ferramenta ASUS quanto aos critérios de desempenho/conforto térmico, ventilação natural e eficiência energética, utilizando como estudo de caso o projeto do edifício administrativo do Centro de Artes – Universidade Federal do Espírito Santo.

## 3. MÉTODO

O método empregado consistiu na avaliação do projeto executivo da sede administrativa do Centro de Artes da UFES, utilizando como referência os procedimentos metodológicos descritos em cada critério do referencial teórico da Ferramenta ASUS, relacionados às categorias do conforto térmico, da ventilação natural e da eficiência energética. Para cada critério, estabelecido dentro das três categorias avaliadas, foram estudadas as formas de avaliação recomendadas pelo referencial teórico da ferramenta, bem como foi observada a aplicabilidade do método proposto. O produto final foi sintetizado através de um quadro resumo apresentando os principais resultados alcançados e uma análise crítica do processo de avaliação.

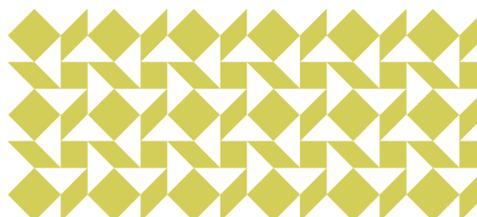
Durante a análise, as informações disponíveis no projeto foram sistematizadas com o intuito de levantar os dados necessários à avaliação, ressaltando-se que, de uma forma geral, o projeto arquitetônico contém as principais informações necessárias ao estudo proposto nesse trabalho. Para os critérios de ventilação, valeu-se da metodologia proposta na Ferramenta ASUS, enquanto que para os critérios de eficiência energética, conforme também proposto na própria ferramenta, foi utilizado o RTQ-C - Requisitos Técnicos da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos (Brasil, 2010).

Para avaliar os critérios de desempenho térmico, foi observada a especificação dos materiais constantes no projeto, sendo que para a obtenção das variáveis estudadas (transmitância térmica e absorvância), os dados necessários foram obtidos a partir de normas e bibliografias que tratam do assunto, como por exemplo, Frota e Schiffer (2003) e Lamberts, Dutra e Pereira (2004), além do método e valores resultantes dos elementos construtivos, listados na NBR 15220 (ABNT, 2005a; 2005b).

Ao final, foi obtida a avaliação de cada critério a fim de retroalimentar o processo de desenvolvimento da ferramenta ASUS. Ressalta-se que o processo de avaliação foi acompanhado por vários componentes da equipe de pesquisadores, sendo todas etapas amplamente discutidas visando o estabelecimento de parâmetros e conclusões do teste efetuado.

## 4. FERRAMENTA ASUS

A Ferramenta ASUS é dividida em 6 (seis) temas: 1. Planejamento sustentável; 2. Consumo de materiais; 3. Qualidade do ar interno. 4. Qualidade dos serviços; 5. Cargas ambientais; e 6. Aspectos sociais, culturais e econômicos. Cada um desses itens agrupa-se em diferentes categorias com seus respectivos critérios. Os critérios analisados neste trabalho estão enquadrados em 3 (três) categorias -



Energia/Eficiência Energética, Ventilação e Desempenho Térmico -, sendo a primeira pertencente ao tema Consumo de Recursos e as outras duas ao tema Qualidade do Ambiente Interno. No total, são avaliados seis critérios, conforme pode ser visualizado no recorte da FIGURA 3.

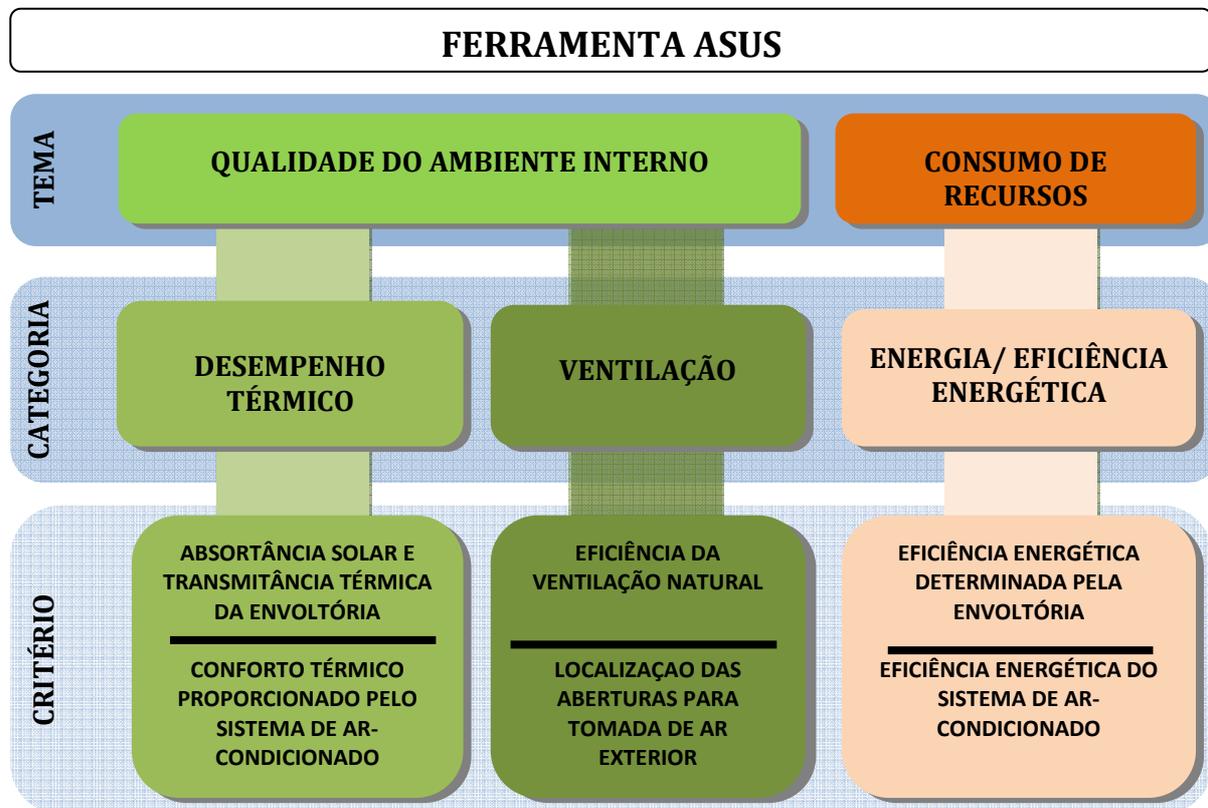


FIGURA 3 - Contextualização dos critérios analisados na Ferramenta ASUS.

Para cada critério da Ferramenta, há itens definidos na estrutura que trazem a conceituação, os objetivos, e as recomendações até alcançarem as marcas de referência, onde são explicitados os níveis alcançados com a avaliação, conforme exemplo do Quadro 1.

CRITÉRIO:	Absortância solar e transmitância térmica da envoltória
CONCEITUAÇÃO	A transmitância térmica (U) é a capacidade de um material transmitir calor, em uma unidade de tempo e através de uma área unitária de um elemento ou componente construtivo, neste caso, de componentes opacos das fachadas (paredes externas) ou coberturas, incluindo a resistência superficial interna e externa (...)
OBJETIVO	Utilizar materiais que minimizem a transmissão de calor entre os ambientes interno e externo e que minimizem a absorção da radiação, a fim de favorecer o conforto térmico dos usuários.
JUSTIFICATIVA	Os materiais empregados nos fechamentos externos das edificações regulam seu desempenho térmico (CORBELLA; YANNAS, 2003) e sua adequada utilização influencia, positivamente, para a redução da demanda energética necessária para promover o conforto térmico do usuário, (...)
RECOMENDAÇÕES, DIRETRIZES, ESTRATÉGIAS	Dificultar a incidência direta do sol nas superfícies do envelope do edifício, promovendo o sombreamento das paredes externas. Exemplos: brises, marquises, varandas, vegetação no entorno, jardins verticais ao longo da fachada; (...)
PROCEDIMENTOS PARA AVALIAÇÃO	Para conhecimento da absortância à radiação solar ( $\alpha$ ) e da transmitância térmica (U) dos componentes do edifício deve ser realizada uma análise dos elementos ou componentes (...)
FONTES DE DADOS	Projeto arquitetônico executivo, contendo detalhamento dos fechamentos externos, no caso dos componentes e cobertura, as espessuras dos materiais e suas respectivas transmitâncias (U) e absortâncias à radiação solar ( $\alpha$ ).
MARCAS DE REFERÊNCIA	Nível -1: (...); Nível 0: (...); Nível +3: (...); Nível +5: (...)

QUADRO 1 – Exemplo de critério proposto na Ferramenta ASUS com partes do referencial teórico abordado.

As marcas de referência definem uma pontuação, que varia conforme o desempenho avaliado em cada

critério, conforme demonstrado na Quadro 2.

Marca de referência	Pontuação/nível
Prática Negativa	-1
Desempenho mínimo	0
Desempenho bom	+3
Prática de excelência	+5

**QUADRO 2** – Marcas de referência da Ferramenta ASUS

#### 4.1. Desempenho térmico

Os critérios de desempenho térmico estão baseados no estudo dos materiais que compõem o envelope construtivo do edifício e a capacidade do sistema de ar condicionado em proporcionar conforto aos usuários. Entende-se que os materiais empregados nos fechamentos externos das edificações regulam seu desempenho térmico (CORBELLA; YANNAS, 2003), e sua adequada utilização influencia na redução da demanda energética necessária para promover o conforto térmico do usuário. Já a especificação de sistemas de condicionamento de ar eficientes visa proporcionar conforto térmico aos usuários, além de atender às condições de utilização otimizada dos recursos naturais. A partir dessas premissas, os dois critérios da ASUS relacionados ao conforto térmico, buscam a minimização da utilização dos recursos naturais ao mesmo tempo em que visam a obtenção do bem estar dos ocupantes do edifício (Quadro 3).

CRITÉRIO/OBJETIVO	MARCAS DE REFERÊNCIA
<b>ABSORTÂNCIA SOLAR E TRANSMITÂNCIA TÉRMICA DA ENVOLTÓRIA</b>  Utilizar materiais que minimizem a transmissão de calor entre os ambientes internos e externos bem como reduzam a absorção da radiação, a fim de favorecer o conforto térmico dos usuários.	<b>NÍVEL -1:</b> Não atendimento aos demais níveis. <b>NÍVEL 0:</b> A transmitância térmica não deve ultrapassar: - 2,0 W/m <sup>2</sup> K para cobertura de qualquer ambiente; - 2,5 W/m <sup>2</sup> K para paredes externas com capacidade térmica até 80 kJ/m <sup>2</sup> K; - 3,7 W/m <sup>2</sup> K para paredes externas com capacidade térmica superior a 80 kJ/m <sup>2</sup> K. A absorptância à radiação solar deve estar compreendida entre 0,4 e 0,5. <b>NÍVEL +3:</b> A transmitância térmica não deve ultrapassar: - 1,5 W/m <sup>2</sup> K para cobertura de ambientes condicionados artificialmente; - 2,0 W/m <sup>2</sup> K, para cobertura de ambientes não condicionados; - 2,5 W/m <sup>2</sup> K para as paredes externas com capacidade térmica máxima de 80 kJ/m <sup>2</sup> K; - 3,7 W/m <sup>2</sup> K, para paredes externas com capacidade térmica superior a 80 kJ/m <sup>2</sup> K. A absorptância à radiação solar deve ser menor que 0,4. <b>NÍVEL +5:</b> Transmitância térmica não deve ultrapassar: - 1,0 W/m <sup>2</sup> K para cobertura de ambientes condicionados artificialmente; - 2,0 W/m <sup>2</sup> K, para ambientes não condicionados; - 2,5 W/m <sup>2</sup> K para as paredes externas com capacidade térmica máxima de 80 kJ/m <sup>2</sup> K; - 3,7 W/m <sup>2</sup> K, para paredes externas com capacidade térmica superior a 80 kJ/m <sup>2</sup> K. A absorptância à radiação solar deve ser menor que 0,4. Baseado em ABNT (2008a; 2008b) e BRASIL (2010).
<b>CONFORTO TÉRMICO PROPORCIONADO PELO SISTEMA DE AR-CONDICIONADO</b>  Utilizar sistema de ar-condicionado que proporcione conforto térmico aos usuários	<b>NÍVEL -1:</b> Incapacidade de manter a temperatura interna do edifício na zona de conforto ou há variação de temperaturas superior a 3° C; <b>NÍVEL 0:</b> O projeto de climatização permite que o ambiente se mantenha nas temperaturas e umidade estabelecidas na zona de conforto da NBR 16401 (ABNT, 2008b) e há variação de temperatura até 3° C; <b>NÍVEL + 3:</b> O projeto de climatização permite que o ambiente se mantenha nas temperaturas e umidade estabelecidas na zona de conforto da NBR 16401 (ABNT, 2008b) e há variação de temperatura não superior a 2° C; <b>NÍVEL +5:</b> O projeto de climatização permite que o ambiente se mantenha nas temperaturas e umidade estabelecidas na zona de conforto da NBR 16401 (ABNT, 2008b) e há variação de temperatura não superior a 1° C.

**QUADRO 3** - Critérios da Ferramenta ASUS referentes ao desempenho térmico.

#### 4.2. Ventilação

O item Ventilação propõe uma análise mais direta dos elementos que proporcionam conforto por meio desse requisito. Esses critérios são complementados por outros pertencentes à categoria Qualidade do Ar

Interno, que avalia, por exemplo, a eficiência da renovação mecânica do ar, sendo que aqui são analisados apenas os dois critérios que tratam especificamente da ventilação natural, relacionados ao conforto dos usuários (Quadro 4).

Entende-se que a ventilação natural eficiente contribui para a renovação do ar interno e ajuda na remoção de possíveis poluentes, favorecendo a salubridade e o conforto térmico dos usuários.

CRITÉRIO/OBJETIVO	MARCAS DE REFERÊNCIA
<b>EFICIÊNCIA DA VENTILAÇÃO NATURAL</b>  Proporcionar ventilação natural nos ambientes internos, a fim de favorecer a salubridade dos espaços e o conforto dos usuários.	Refere-se aos ambientes de longa permanência e deve atender a pelo menos 90% do total de ambientes. <b>NÍVEL -1:</b> Não atendimento aos requisitos mínimos estabelecidos para o nível 0; <b>NÍVEL 0:</b> Atendimento às áreas mínimas de abertura estabelecidas para a ventilação dos ambientes, conforme o Código de Obras local e quando não houver, à Lei Municipal de Vitória nº 4.821/1998 (Código de Edificações); <b>NÍVEL +3:</b> A área de ventilação é superior ao estabelecido pelo Código de Obras local e equivale a até 15% da área do piso, com localização de abertura em paredes diferentes; <b>NÍVEL +5:</b> A ventilação é superior a 15% da área do piso e, há ventilação cruzada nos ambientes com a localização das aberturas em paredes opostas e as mesmas são protegidas contra a radiação solar direta.
<b>LOCALIZAÇÃO DAS ABERTURAS PARA TOMADA DE AR EXTERIOR</b>  Favorecer a adequada localização das aberturas de forma a evitar fontes de poluição.	<b>NÍVEL -1:</b> A distância das fontes de poluição não atende a NBR 16401-3 (ABNT, 2008c); <b>NÍVEL 0:</b> A distância das fontes de poluição atende a NBR 16401-3 (ABNT, 2008c); <b>NÍVEL +3:</b> A distância das fontes de poluição atende a NBR 16401-3 (ABNT, 2008c) acrescida de 25%; <b>NÍVEL +5:</b> A distância das fontes de poluição atende a NBR 16401-3 (ABNT, 2008c) acrescida de 50%;

**QUADRO 4** - Critérios da Ferramenta ASUS referentes à ventilação.

#### 4.3. Eficiência energética

Embora os critérios de eficiência energética estejam também relacionados aos equipamentos e sistemas instalados no edifício, nesse trabalho buscou-se analisar apenas os critérios envolvidos no estudo da envoltória e no sistema de ar condicionado.

Compreende-se que o ganho de calor proveniente da radiação direta sobre os edifícios influencia diretamente no consumo de energia, principalmente no condicionamento de ar, onde o desempenho da envoltória é fundamental para a questão termo-energética. O quadro 5 lista os dois critérios analisados.

Continua

CRITÉRIO/OBJETIVO	MARCAS DE REFERÊNCIA
<b>EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DETERMINADA PELA ENVOLTÓRIA</b>  Promover o uso de estratégias arquitetônicas que favoreçam a eficiência energética dos sistemas instalados no edifício, por meio da concepção arquitetônica da envoltória.	<b>NÍVEL -1:</b> Indicador de Consumo da envoltória compatível com o nível D ou E do RTQ-C (BRASIL, 2010); <b>NÍVEL 0:</b> Indicador de Consumo da envoltória compatível com o nível C do RTQ-C (BRASIL, 2010); <b>NÍVEL + 3:</b> Indicador de Consumo da envoltória compatível com o nível B do RTQ-C (BRASIL, 2010); <b>NÍVEL +5:</b> Indicador de Consumo da envoltória compatível com o nível A do RTQ-C (BRASIL, 2010).



Conclusão

<b>EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DO SISTEMA DE AR-CONDICIONADO</b>	<p>Especificar um sistema de condicionamento do ar que propicie conforto térmico com a máxima eficiência energética.</p>	<p><b>NÍVEL -1:</b> Nível de eficiência energética compatível com o nível C, D ou E do RTQ-C (BRASIL, 2010);  <b>NÍVEL 0:</b> Ter nível +3 no critério Eficiência energética determinada pela envoltória e nível de eficiência energética compatível com o nível B do RTQ-C (BRASIL, 2010);  <b>NÍVEL + 3:</b> Ter nível +5 no critério Eficiência energética determinada pela envoltória e nível de eficiência energética compatível com o nível A do RTQ-C (BRASIL, 2010);  <b>NÍVEL +5:</b> Ter nível +5 no critério Eficiência energética determinada pela envoltória e nível de eficiência energética compatível com o nível A do RTQ-C (BRASIL, 2010), sendo que as unidades condensadoras de sistemas condicionadores de ar devem estar sombreadas permanentemente e com ventilação adequada para não interferir em sua eficiência e os dutos de ar devem possuir isolamento térmico de acordo com item 5.1.2 do RTQ-C (BRASIL, 2010).</p>
--	--	---

**QUADRO 5** - Critérios da Ferramenta ASUS referentes à eficiência termo-energética.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

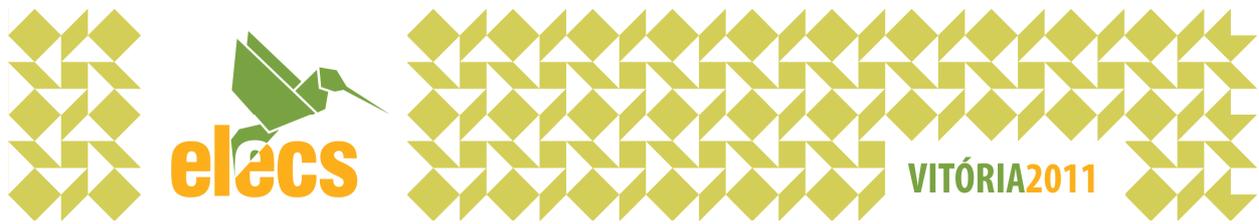
Após análise do projeto do edifício administrativo do Centro de Artes, os resultados da análise foram sintetizados conforme demonstrado no Quadro 6, onde se pode verificar o desempenho atingido em cada critério. Entretanto, deve-se ressaltar que o projeto executivo do edifício não dispunha de projeto de climatização artificial (ar condicionado) o que prejudicou a avaliação do conforto proporcionado por esse sistema, bem como das análises referentes à eficiência energética.

CRITÉRIO		RESULTADO ALCANÇADOS
<b>CONFORTO TÉRMICO</b>	<b>ABSORTÂNCIA SOLAR E TRANSMITÂNCIA TÉRMICA DA ENVOLTÓRIA</b>	<b>NÍVEL 0:</b> Os índices alcançados pelas paredes externas enquadram o edifício em níveis superiores, todavia a transmitância alcançada pela cobertura fez com que o resultado da avaliação seja de desempenho mínimo.
	<b>CONFORTO TÉRMICO PROPORCIONADO PELO SISTEMA DE AR-CONDICIONADO</b>	<b>NÍVEL -1:</b> O conjunto de projetos avaliados não possui projeto de sistema de ar condicionado, tendo em vista que não foi contratado pela Universidade.
<b>VENTILAÇÃO</b>	<b>EFICIÊNCIA DA VENTILAÇÃO NATURAL</b>	<b>NÍVEL 0:</b> As aberturas possuem grandes áreas de ventilação, foram utilizadas janelas do tipo maxim-ar com altura de 1,50 m, o que permitiu que a área de ventilação atingisse mais de 100% além do exigido pela legislação de Vitória (ES). No entanto, avaliação ficou no nível mínimo por não possuir outros requisitos solicitados nos níveis mais altos, como ventilação cruzada, aberturas em paredes opostas ou protegidas contra a radiação solar.
	<b>LOCALIZAÇÃO DAS ABERTURAS PARA TOMADA DE AR EXTERIOR</b>	<b>NÍVEL +5:</b> O edifício projetado está localizado em uma área ampla no campus, sua localização está a 13,5 metros do edifício mais próximo e a 30,78 metros da área de estacionamento. Com isso, a distância das fontes de poluição atende a NBR 16401-3 (ABNT, 2008c) e com distâncias superiores ao indicado na Ferramenta ASUS no nível mais alto.
<b>EFICIÊNCIA ENERGÉTICA</b>	<b>EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DETERMINADA PELA ENVOLTÓRIA</b>	<b>NÍVEL +5:</b> As características do envelope construtivo do edifício analisado foram condizentes com o nível A do RTQ-C (BRASIL, 2010) em função da orientação eficiente (norte-sul), ausência de abertura na fachada oeste e sombreamento das aberturas da fachada norte pelas circulações criadas para acesso às salas.
	<b>EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DO SISTEMA DE AR-CONDICIONADO</b>	<b>NÍVEL -1:</b> O conjunto de projetos avaliados não possui projeto de sistema de ar condicionado, tendo em vista que não foi contratado pela Universidade.

**QUADRO 6** - Resultados gerais alcançados no estudo.

### 5.1. Desempenho térmico

Quanto aos critérios de desempenho térmico, o primeiro deles foi avaliado pelo processo manual, onde foram calculados os valores resultantes da absorvância à radiação solar ( $\alpha$ ) e da transmitância térmica (U) dos componentes do edifício com base no método proposto na NBR 15220-2 (ABNT, 2005a), e em valores já definidos para alguns sistemas construtivos na NBR 15220-3 (ABNT, 2005b). De acordo com a



especificação de materiais, alguns valores foram consultados também em bibliografias que tratam do assunto, como por exemplo, Frota e Schiffer (2003) e Lamberts, Dutra e Pereira (2004).

Além disso, os valores da absorvância à radiação solar e da transmitância térmica foram obtidos fazendo a composição dos elementos das paredes e cobertura no *software Autodesk Ecotect Analysis 2010*, que por meio de uma simulação simples dos componentes permitiu a obtenção desses índices, como também a posterior análise conforme os critérios propostos pela Ferramenta ASUS.

Com isso, constatou-se que o procedimento de verificação desse critério, tanto manual como por simulação, pode ser facilmente realizado e não depende de conhecimentos aprofundados, princípios que vão ao encontro dos objetivos propostos pela ASUS.

Tendo em vista a não inclusão do projeto de climatização na licitação de contratação do projeto executivo e complementares, o critério que trata do conforto térmico proporcionado pelo sistema de ar condicionado não pôde ser aplicado. Tratando-se de edifícios públicos, o processo de contratação e elaboração de projetos é, muitas vezes, prejudicado por editais e termos de referência que dão margem a projetos sem qualidade ou incompletos. Em vista disso, acredita-se que a inserção de requisições mais rígidas ainda na fase de contratação de projetos - tanto nos aspectos relacionados à eficiência quanto à busca de minimização nos futuros procedimentos de operação e manutenção da edificação - pode proporcionar a elaboração de edifícios com mais qualidade e que atendam a um nível mínimo de desempenho.

## 5.2. Ventilação

Considerando os critérios de ventilação natural, notou-se que os percentuais de aberturas dos níveis +3 e +5, podem ser facilmente atingidos. No entanto, outros requisitos associados a esses níveis são mais difíceis de serem alcançados em função da configuração espacial de edifícios mais compartimentados, pois na medida em que os projetos possuem muitas salas, a existência de ventilação cruzada e abertura em paredes opostas tornam-se um desafio para os projetistas.

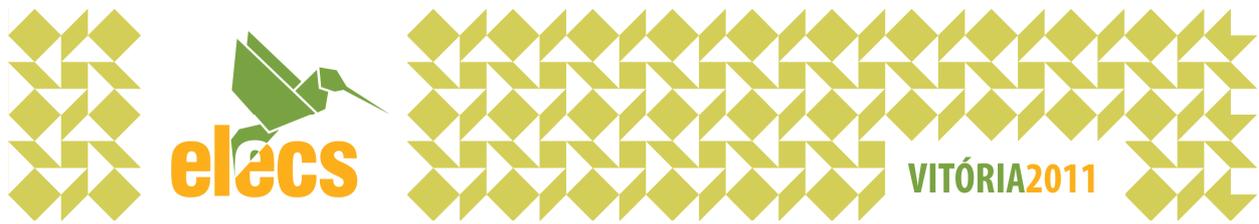
Quanto ao critério de localização das aberturas para tomada de ar externo, não foi possível aprofundar o estudo, em função da localização do edifício escolhido, uma vez que a inserção em um campus universitário, com amplas áreas, possibilita grandes afastamentos de elementos construídos no entorno. Todavia, entende-se que os afastamentos propostos pela Ferramenta ASUS permitem a mínima qualidade desejada a um projeto com características semelhantes ao estudado.

A questão mais complexa, quanto à ventilação, é mensurar de forma simplificada o desempenho desse item, tendo em vista que a ventilação é influenciada por uma série de fatores externos, que vão muito além do microclima. Por exemplo, ao se avaliar a distância dos edifícios das fontes poluidoras, o potencial de contaminação das edificações está relacionado também à dinâmica dos ventos, que podem contribuir para carrear as partículas em suspensão para o interior dos mesmos. Contudo, o estabelecimento dos níveis propostos demonstra a preocupação com a questão, recomendando-se o aprofundamento desse estudo.

## 5.3. Eficiência energética

Os critérios de eficiência energética foram baseados no Regulamento Técnico da Qualidade do Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos - RTQ-C (BRASIL, 2010), uma ferramenta existente no mercado e que pretende ser tornada obrigatória. Assim, a análise a partir do RTQ-C permitiu uma verificação simplificada, tendo em vista o método prescritivo do regulamento e a possibilidade de verificação *online* (WEBPRESCRITIVO, acesso em 02 maio 2011), garantindo agilidade ao processo.

A análise também foi prejudicada pela ausência de projeto de sistema de ar condicionado, porém, pelo fato de valer-se do RTQ-C como instrumento de avaliação, acredita-se que com a difusão dessa metodologia no mercado, a prática de avaliação se torne um ato comum, fazendo-se necessária ainda, a elaboração de projetos complementares atrelados e simultâneos ao projeto arquitetônico. É de suma importância que os projetos de climatização atendam aos requisitos de eficiência, uma vez que esses equipamentos contribuem significativamente no consumo de energia de edifícios comerciais e



institucionais.

Observa-se que para uma análise mais detalhada, recomenda-se o uso de ferramentas auxiliares de simulação termo-energéticas, prática ainda não tão difundida entre os profissionais de arquitetura e engenharia. Embora o RTQ-C também indique o uso de *softwares*, nota-se que a falta de conhecimento dos mesmos ainda é um entrave à utilização desses programas pelos projetistas no Brasil.

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por meio do estudo de caso foi possível constatar que os critérios propostos na Ferramenta ASUS abrangem os itens fundamentais para a avaliação de conforto térmico e eficiência energética, sendo um importante instrumento para auxílio ao projetista na tomada de decisões visando à obtenção de edificações com adequado desempenho, ou seja, mais próximas ao conceito de sustentabilidade aplicado na construção civil.

Contudo, o processo de contratação de projetos de obras públicas deve ser marcado por editais e termos de referências com informações e exigências que contemplem questões ligadas à prática sustentável e aproximem os conceitos ao cotidiano dos projetistas. Acredita-se que a vinculação do conceito de sustentabilidade em edifícios institucionais proporciona maior visibilidade desses aspectos – visto o caráter público de tais edificações - motivando a sociedade como um todo à multiplicação dessa prática.

A questão do conforto térmico e eficiência energética ganha destaque no cenário atual, onde o mercado está passando por exigências de desempenho mínimo, seja com a edição de normas, regulamentos ou mesmo com programas de incentivo à redução do consumo energético, seja pelos usuários que passam a exigir mais dos projetos e obras, mostrando-se mais conscientes da necessidade de mudanças no trato com a realidade ambiental.

## 7. REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15.220: Desempenho térmico de edificações Parte 2: Métodos de cálculo da transmitância térmica, da capacidade térmica, do atraso térmico e do fator solar de elementos e componentes de edificações. Rio de Janeiro, 2005a.

\_\_\_\_\_. NBR 15.220: Desempenho térmico de edificações. Parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social. Rio de Janeiro, 2005b.

\_\_\_\_\_. **NBR 15575-1** – Edifícios habitacionais de até cinco pavimentos – Desempenho – Parte 1: Requisitos gerais. Rio de Janeiro, 2008a.

\_\_\_\_\_. **NBR 15575-4** – Edifícios habitacionais de até cinco pavimentos – Desempenho – Parte 4: Sistemas de vedações verticais externas e internas. Rio de Janeiro, 2008b.

\_\_\_\_\_. **NBR 16401-3**: instalações de ar-condicionado sistemas centrais e unitários – parte 3: Qualidade do ar interior. Rio de Janeiro, 2008c.

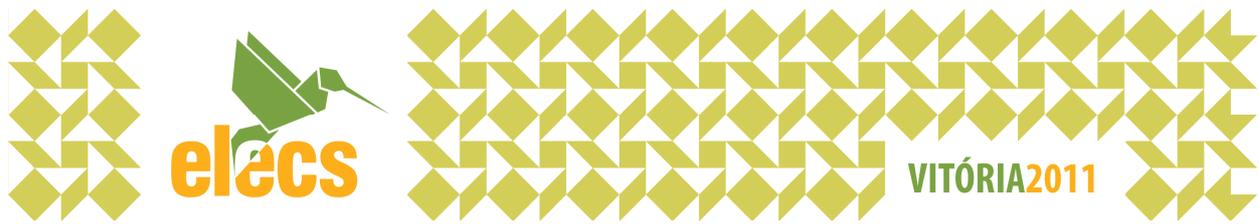
BRASIL. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial. Portaria nº 372, de 17 de setembro de 2010: aprova revisão dos Requisitos Técnicos da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos (RTQ). Disponível em < <http://www.eletronbras.com/pci/services/DocumentManagement/FileDownload.EZTsvc.asp?DocumentID={F978BE30-7603-4887-A00B-E0A6E6E8614F}&ServiceInstUID={46764F02-4164-4748-9A41-C8E7309F80E1}> >. Acesso em 18 nov. 2010.

CORBELLA, O.; YANNAS, S. Em busca de uma arquitetura sustentável para os trópicos. Rio de Janeiro: Revan, 2003.

FROTA, A. B.; SCHIFFER, S.R. **Manual de Conforto Térmico**. 7 ed. São Paulo: Studio Nobel, 2003.

LAMBERTS, R.; DUTRA, L.; PEREIRA, F. O. R. **Eficiência Energética na Arquitetura**. 2. ed. rev. São Paulo: ProLivros, 2004.

SOUZA, A. D. S. **Ferramenta ASUS**: Proposta Preliminar para Avaliação da Sustentabilidade de Edifícios Brasileiros a partir da Base Conceitual da SBTool. 2008. 169 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2008.



SOUZA, A. D. S.; ALVAREZ, C. E.; BERNABÉ, A. C. A.; FANTICELE, F. B.; SANTOS, L. S.; BISSOLI, M. A ferramenta ASUS e seu processo de consolidação enquanto instrumento auxiliar para projetos de edificações alicerçados nos conceitos de sustentabilidade. In: XIII ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, Canela, 2010. **Anais...** Canela (RS): ANTAC, 2010

WEBPRESCRITIVO. Ferramenta de Avaliação de Eficiência Energética de Edificações Comerciais pelo Método Prescritivo do RTQ-C. Disponível em < <http://www.labeee.ufsc.br/sites/default/files/webprescritivo/index.html>>. Acesso em: 05 maio 2011.

## **AGRADECIMENTOS**

Os autores agradecem à Fundação de Amparo à Pesquisa do Espírito Santo (FAPES) pela disponibilização de recursos financeiros de apoio à pesquisa e pela concessão de bolsa aos mestrados (1) e (3).