AS DECISÕES PARA A INSERÇÃO DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM PARQUE CONSTRUÍDO UNIVERSITÁRIO[1]

FRANDOLOSO, M. A. L., Universidade de Passo Fundo, email: frandoloso@upf.br

ABSTRACT

Nowadays the growing interest about energy efficiency have become relevant both in terms of environmental and economic aspects. Some initiatives have been launched and have awakened environmental responsibility within the Universities; reference values and index ratings were obtained for energy performance in the Universities' building stock. In order to evaluate the positive and negative features lead, thereby, it was proposed a methodology that could verify its applicability at the University of Passo Fundo - Brazil. Four aspects have been developed: consumption of energy resources; comfort conditions; decision-making processes and efficiency reference indexes. A simulation using the software DesignBuilder was applied to obtain diagnosis of the real and ideal condition models. Since the present study identifies and assesses the evolution of incident factors towards energy consumption, it is expected that the university promotes a reflection about their practices to develop feasible tools, which contribute for sustainable measures. It is imperative that making-decision process follow guidelines to evaluate inversions and costs when measuring environmental management strategies and their whole implications. This paper contributes to the debate on universities policies, in an inclusive perspective about their infrastructure, consequently, its relation to concrete examples to improve the Education for Sustainability.

***Keywords**: Energy Efficiency. Universities buildings. University sustainability. Decision-making process.*

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos as preocupações relacionadas com a eficiência energética tomaram uma relevância significativa, tanto quanto aos aspectos meio ambientais, como também econômicos. As iniciativas desencadeadas pelas normativas nacionais ou internacionais, algumas com requisitos de comprimento obrigatório, despertam a responsabilidade meio-ambiental das universidades no âmbito mundial, e consequentemente, nas universidades brasileiras.

As Instituições de Ensino Superior (IES) como parte da sociedade, apresentam um importante papel na transformação em direção à sustentabilidade integrada e integral, reconhecida na definição pela UNESCO da Década para a Educação e Desenvolvimento Sustentável - DESD (UNESCO, 2004). De acordo com Leal Filho (2014) a DESD foi responsável em coordenar esforços mundiais para abordar, por meio da educação, os objetivos sociais, ambientais, econômicos e culturais do século XX, centrando-se em três aspectos: as mudanças climáticas, a biodiversidade e a redução do risco de desastres. Com a finalização da DESD (UNESCO, 2014), todavia as IES se encontram com pautas abertas para incorporar efetivamente as novas

[1] FRANDOLOSO, M. A. L. As decisões para a inserção da eficiência energética em parque construído universitário. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 17., 2018, Foz do Iguaçu. **Anais**... Porto Alegre: ANTAC, 2018.

práticas de transformação nos processos de ensino, aprendizagem e gestão.

De acordo com Tomashow (2014) a energia é fundamental para a organização de esforços em direção à sustentabilidade nos *campi* universitários; as questões relacionadas com o uso e a gestão de energia têm um potencial de gerar lideranças e resultados efetivos na transformação do campus, da comunidade acadêmica e da sociedade.

A partir destas premissas se formulou um método de abordagem, aperfeiçoando e ajustando os trabalhos desenvolvidos previamente nos âmbitos de investigação da Universitat Politècnica de Catalunya – UPC, além de incluir as novas pautas geradas por esta pesquisa específica, com o objetivo de contextualizar as características brasileiras e da Universidade de Passo Fundo – UPF (FRANDOLOSO, 2018; FRANDOLOSO et al., 2018). Tal metodologia foi utilizada como ponto de referência para os instrumentos de gestão dos recursos naturais e sua repercussão econômica na Universidade.

O trabalho apresenta como objetivo a transformação deste método em um instrumento operativo e de gestão, em um instrumento de ajuda aos processos de tomada de decisões para a melhoria da eficiência do parque construído existente, que permita valorar econômica e ambientalmente as repercussões de cada fator incidente no consumo energético e na habitabilidade dos ambientes de educação superior, porém, igualmente aplicável a outras tipologias funcionais. O presente artigo apresenta um recorte da aplicação da metodologia e respectivos resultados com ênfase nos aspectos energéticos.

Neste sentido, observando-se as análises e diagnósticos da evolução dos fatores incidentes no consumo energético, a intenção é que a Universidade promova reflexões em suas práticas em todas as atividades acadêmicas e administrativas para impulsionar ferramentas que contribuam para a Educação para a Sustentabilidade e, no efetivo fechamento dos ciclos de materiais e energia nas suas infraestruturas.

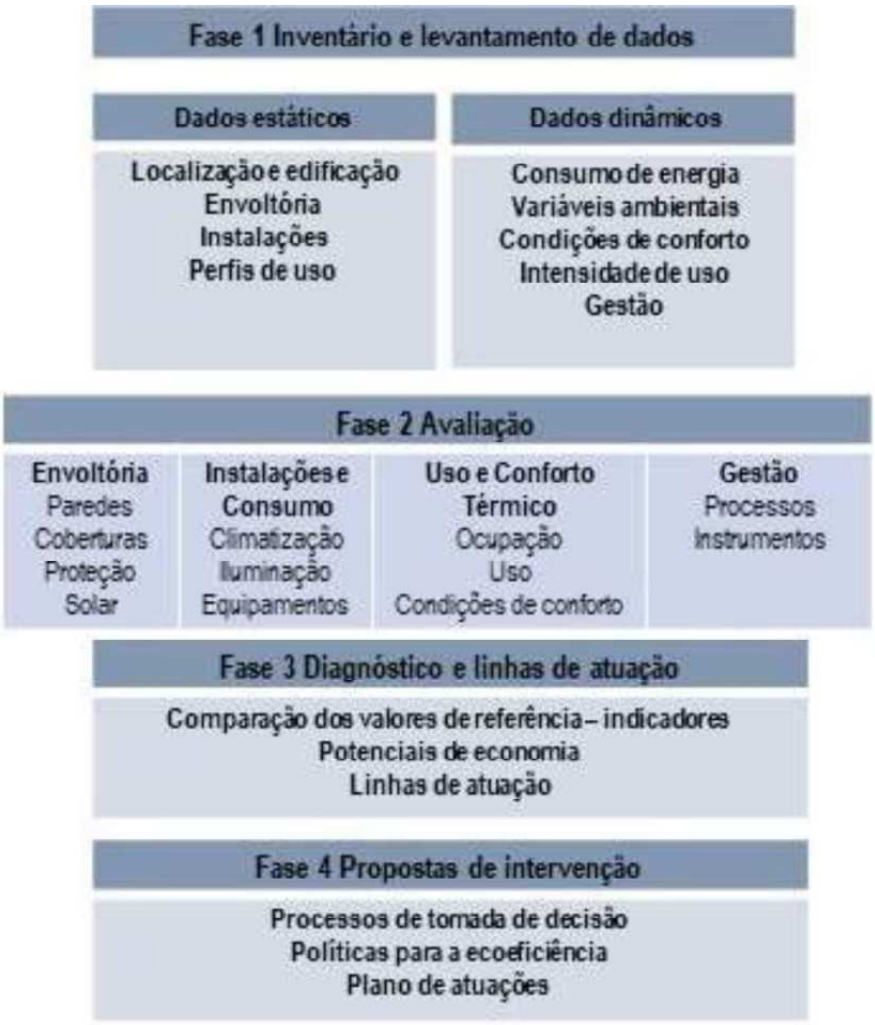
É imprescindível que os processos de tomada de decisões e instrumentos normativos observem as diretrizes aqui apresentadas, avaliando os investimentos e custos sob a perspectiva das implicações das estratégias de projeto e gestão ambiental.

2 METODOLOGIA DE AUDITORIA ENERGÉTICA

O estudo foi desenvolvido a partir das referências metodológicas implementadas na UPC, sob o ponto de partida das Auditorias Energéticas (BOSCH GONZÁLES M. ET AL., 2006; CATALAPIEDRA, BOSCH, LÓPEZ, 2006; LÓPEZ PLAZAS, 2006) e dos projetos efetivos desenvolvidos nos Planos de Eficiência no Consumo de Recursos – PECRs e especialmente nos Projetos de Uso de Energia – POEs, implementados pela UPC (UPC, 2012; 2017).

A partir desta metodologia de referência, foram ajustados estes procedimentos e contextualizados para a avaliação na UPF (FRANDOLOSO, 2018), representados pela Figura 1.

Figura 1 – Metodologia de avaliação energética



Fonte: adaptada do autor (2018)

Cinco pontos foram desenvolvidos ao longo do trabalho:

- análise dos fatores incidentes no consumo dos recursos energéticos nos edifícios universitários (demanda, gestão e rendimento dos equipamentos);
- diagnóstico do contexto da eficiência na UPF, com ênfase no uso da energia;
- avaliação das condições de conforto nos ambientes acadêmicos e a valoração dos correspondentes desempenhos das variáveis arquitetônicas e dos sistemas nos edifícios;
- proposta de critérios para a tomada de decisões para a eficiência energética;
- avaliação das condições reais dos edifícios comparando-os com as simulações dos modelos teóricos ideais para a melhoria da envoltória e dos sistemas.

A partir destes resultados se obtiveram a indicação de pautas para apoio aos processos de tomada de decisões para a melhoria do desempenho

energético, térmico e de conforto, ou seja, contribuindo com a qualidade ambiental dos ambientes de aprendizagem e trabalho.

Como objeto de estudo foram escolhidos dois edifícios (G1 e L1 - Figura 2) representativos das diferentes etapas de implantação do parque construído universitário, com a avaliação de dois grupos de informações: os dados estáticos (sem variações temporais como dados construtivos e do entorno) e os dados dinâmicos (com as variações temporais como consumo energético, intensidade de uso e ocupação, variáveis climáticas), correspondentes à Fase 1 do diagrama – Inventário e levantamento de dados; a partir desta etapa outras três fases foram estruturadas, de acordo com a Figura 1 já mencionada: Avaliação, Diagnóstico e Linhas de Ação e Propostas de Intervenção.

Figura 2. Edifício G1 – Fachada Nordeste (a); Edifício L1 – Fachada Norte (b)

a  b 

Fonte: autor (2018)

3 RESULTADOS

As diferentes fases de aplicação da metodologia resultaram inicialmente na caracterização da envoltória dos edifícios, correspondente à Fase 1, com a avaliação dos dados estáticos, segundo a NBR15220 (ABNT, 2005) e a NBR15575 (ABNT, 2013). Estas informações foram calculadas pelo programa DesignBuilder (2011), adotado como ferramenta de simulações. Os resultados cruzados com a classificação do nível de qualidade de acordo com o RTQ-C (PROCEL, 2010a; 2013) e do RAC (PROCEL, 2010b) foram enquadrados no nível *B* para as paredes e nível *C* ou *D* para as coberturas de ambos edifícios, conforme mostra a Tabela 1:

Tabela 1 - Coeficientes U admissíveis segundo o RTQ-C para a ZB2 e classificação dos edifícios G1 e L1

Nível de Qualidade	Coberturas		Paredes Externas
	Ambientes Condicionados	Ambientes Não condicionados	
A	U≤0,5W/m²K	U≤1,0W/m²K	U≤1,0W/m²K
B	U≤1,0W/m²K	U≤1,5W/m²K	U≤2,0W/m²K (**G1 e L1**)
C e D	U≤2,0W/m²K (**G1 e L1**))		U≤3,7W/m²K

Fonte: adaptado de FRANDOLOSO et al., 2018

Igualmente foram monitorados os usos e ocupação de todos os ambientes, bem como o seguimento do consumo de energia para a caracterização dos dados estáticos (FRANDOLOSO, 2018), segundo mostra a Tabela 2.

Tabela 2 - Dados estáticos e dinâmicos (demandas para energia elétrica)

Ed.	Superf. (m²)	Ocup. (un.)	Superf. Condic. (m²)	Demanda Condic. (%)	Dem. Equip. (%)	Dem. Ilumin. (%)	Dem. Total (W)	Dens. (W/m²)
G1	2.696,56	863	624,11	25,56	62,10	12,34	304.668	113,06
L1	3.389,77	645	988,70	29,28	63,67	7,05	539.660	159,21

Fonte: adaptado de FRANDOLOSO et al., 2018

As demais fases de levantamento e análises de dados apresentados na Figura 1, permitiram o desenvolvimento de distintos modelos de simulação pelo DesignBuilder e comparados com os resultados reais de consumo de energia, obtidos com o seguimento mensal pelo sistema de monitorização SmartGateM (GESTAL, 2009).

Nas Fases 2 e 3, a partir dos resultados da comparação entre o modelo de referência *R* simulados e os dados reais medidos para cada um dos edifícios analisados, foram estabelecidos cenários para os modelos teóricos - Figura 3:

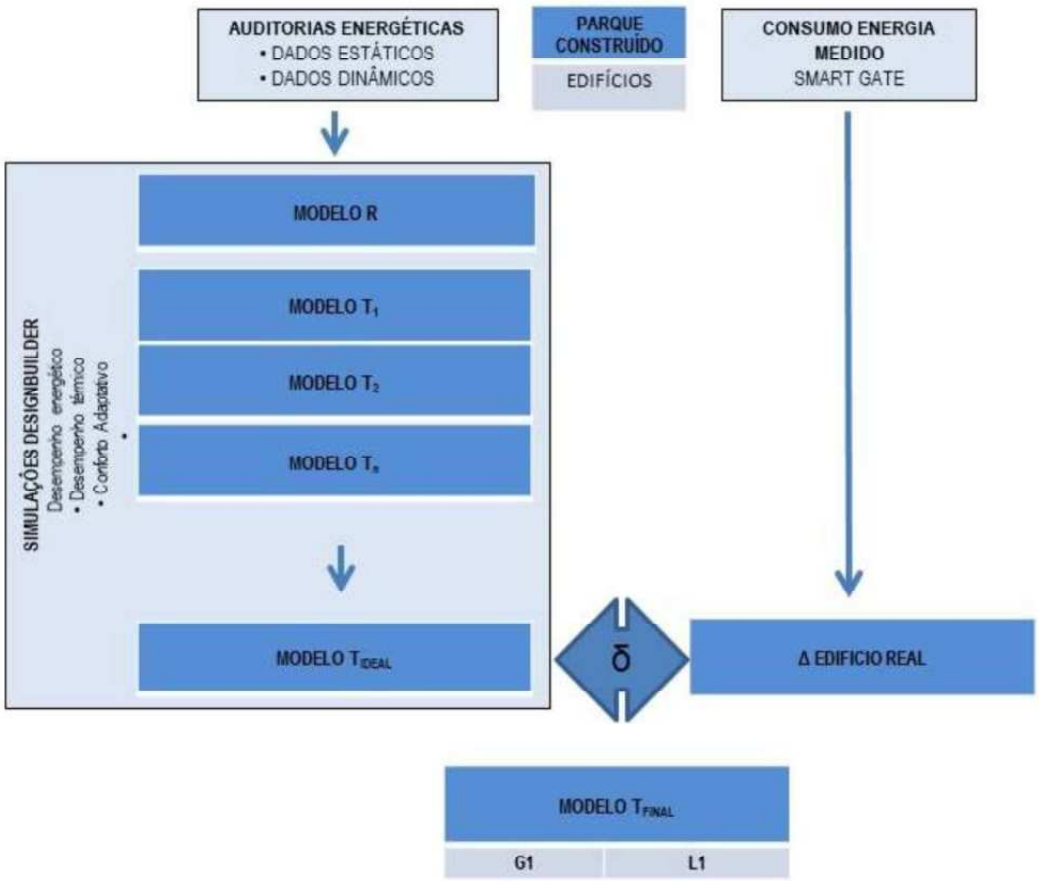
- Modelo Teórico T_1: condicionamento de todos os espaços de atividades permanentes, para cobrir as demandas de melhoria das condições de conforto, sob os critérios definidos pelo RTQ-C e RAC para a certificação em nível *A*;
- Modelo Teórico T_2: além do condicionamento dos ambientes, foram avaliados os impactos da ampliação do uso de computadores portáteis pelos alunos e mudanças na envoltória, também segundo os critérios do RTQ-C e RAC;
- Modelo Teórico T_n: desenvolvimento de modelos alternativos combinando-se resultados, caso necessários para atender as premissas das avaliações prévias;
- Modelo Teórico *Tideal*: definição do modelo mais adequado para as condições e requisitos da pesquisa.

Os modelos tiveram como objetivo a melhoria da eficiência, seja por meio dos elementos de arquitetura (isolamento e absortância da envoltória, inserção de proteção solar, fechamentos transparentes/esquadrias), ou pelo

melhor uso e gestão dos equipamentos e sistemas.

Para atingir a definição do modelo teórico ideal *Tideal* compararam-se os resultados efetivamente ocorridos. A partir da identificação dos diferenciais *δ* entre a situação de simulação ideal e aquela medida, se obtiveram a equivalência ao edifício real *ΔEdifícioReal*, e por consequência, a definição do modelo teórico *Tfinal*, também representados pela Figura 3.

Figura 3 – Modelos de simulação e dados reais

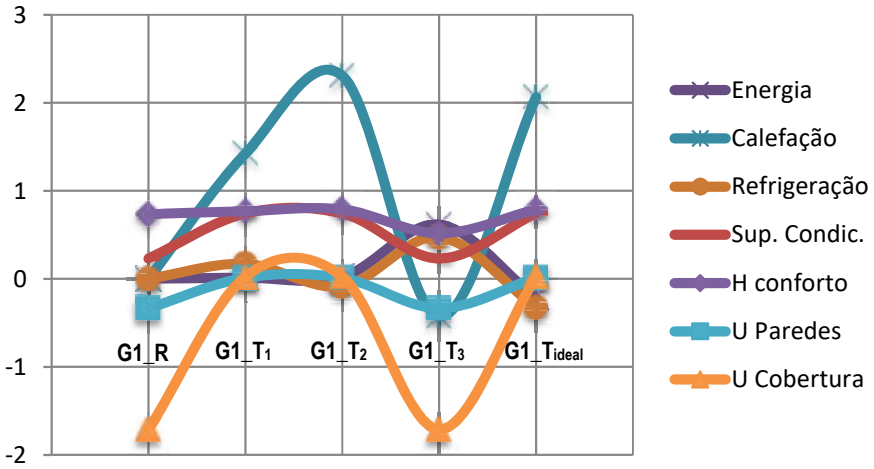


Fonte: adaptada do autor, 2018

Simplificadamente, os resultados de todas as simulações – Fase 3 - estão representados pelas dispersões para cada uma das variáveis definidas pela Figura 4 e Figura 5. A representação nestas figuras é adimensional, de maneira a compatibilizar as diferentes variáveis e unidades: energia elétrica; calefação, refrigeração; superfície condicionada; horas de conforto, coeficiente U das paredes e da cobertura.

Na Figura 4, para o edifício G1 o modelo T_{ideal} supõe que para atingir um maior nível de conforto nas horas ocupadas (H conforto = 0,789), além da ampliação da superfície condicionada (0,743), há um correspondente aumento do consumo energético para calefação (2,065); para os outros fins a energia estaria abaixo da referência modelo G1_R: -0,220 para usos gerais e 0,328 para refrigeração; para a envolvente a melhora mais relevante é para a cobertura, inicialmente classificada com baixo desempenho (-1,712) passando para 0,024 no T_{ideal}.

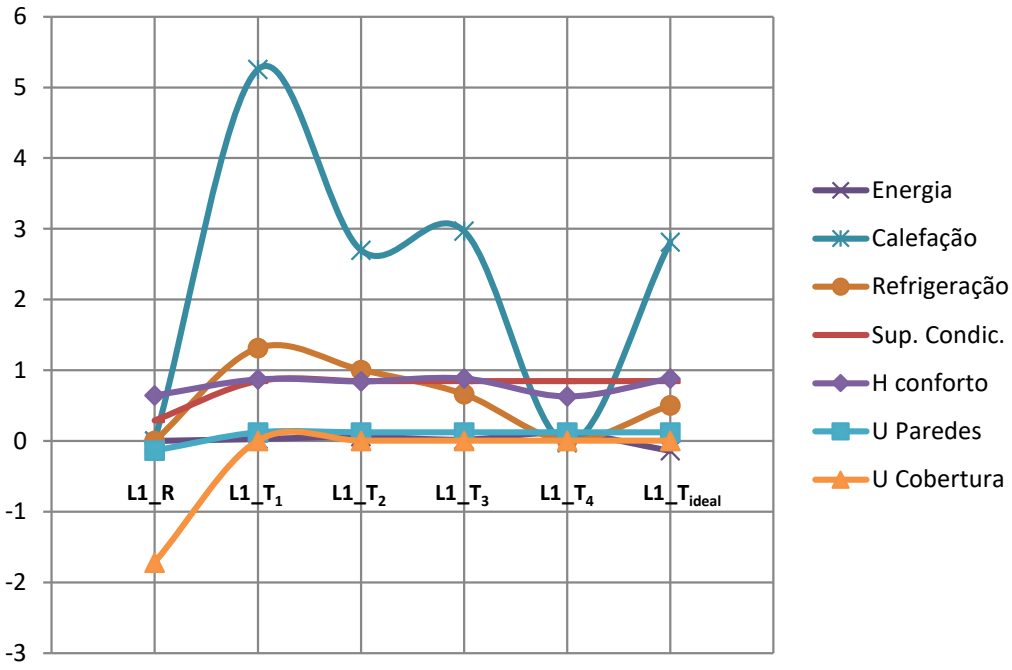
Figura 4 - Dispersão dos resultados para os modelos do edifício G1



Fonte: adaptado do autor, 2018

Por outro lado, no edifício L1 - Figura 5, o modelo T_{ideal} indica que para alcançar um aumento das horas de conforto (0,883) e a respectiva ampliação da superfície condicionada (0,846), aportes para a refrigeração são necessários (0,505) e em um nível mais alto na calefação (2,810); o impacto da melhoria da cobertura o índice é de 0,003 comparando-se com o valor de -1,717 no edifício existente R.

Figura 5 – Dispersão dos resultados para os modelos do edifício L1



Fonte: adaptado do autor, 2018

Os gráficos apontam que os diferenciais entre os distintos modelos de simulação, a calefação é a mais relevante, a fim de atender as demandas de conforto nos períodos frios, importantes no contexto climático, assim como a melhora da qualidade das coberturas.

Os impactos energéticos dos resultados para os modelos T_{final}, de maneira resumida indicam:

- G1 – a ampliação da superfície condicionada, mudanças nos sistemas de ar condicionado (VRF) e melhoria da envoltória, supõe um aumento de 3,30% no consumo de energia;
- L1 – além da ampliação da superfície condicionada e da melhoria da envoltória, se indicou a proteção solar nas grandes superfícies de janelas existentes, com aumento de 13,92% no consumo energético.

Para a conclusão da Fase 3 foram estabelecidas Linhas de Atuação para a melhora da demanda energética, do rendimento dos equipamentos de condicionamento e da gestão, fatores incidentes no consumo energético premissas do estudo. Estas linhas de atuação foram indicadas como pacotes de medidas e prioridades, integrando os três fatores. De forma resumida o Quadro 1 apresenta tais linhas de ação.

Quadro 1- Linhas de atuação

Ajustes nos perfiles de uso e ocupação, com o atendimento de pelo menos 80% de conforto nas horas ocupadas POC;
Melhora do desempenho das fachadas, adequando-se aos valores mínimos indicados de U≤1,00W/m²K - nível *A* RTQ-C;
Melhora na qualidade com a reabilitação das coberturas, com U≤0,50W/m²K para edifícios condicionados e U≤1,00W/m²K para os não condicionados - nível *A* RTQ-C;
Introdução de protetores solares no edifício L1;
Adoção de estratégias para garantir a ventilação natural, parâmetros de 0,19m/s no verão e 0,16m/s no inverno, com renovações do ar >27m³/hora/pessoa;
Flexibilizar as ações individuais para a obtenção de condições de conforto segundo os critérios adaptativos;
Manutenção contínua dos sistemas de condicionamento existentes;
Adoção de temperaturas *setpoint* de calefação de 20°C e 26°C para refrigeração, ampliando-se os limites normativos do RTQ-C atuais de 22°C e 24°C, respectivamente;
Instalação ou substituição gradual dos sistemas de condicionamento segundo critérios de desempenho energético, preferencialmente sistemas VRF com classificação *A* (RTQ-C) em ciclo reverso: *CoP* 3,81 para instalações com menos de 19kW e 3,22CoP/3,78ICoP para entre 19kW e 40kW;
Retrofitting dos sistemas de Iluminação, com potencial de economia de aproximadamente 47%;
Ajustes nos rendimentos de equipamentos de informática e laboratórios, bem como suas condições e perfis de uso, relevantes no consumo dos edifícios estudados;
Identificação e redução do consumo de fundo, identificado nos períodos de menor ocupação e utilização.

Fonte: adaptado do autor, 2018

Na Fase 4, estas Linhas de Atuação foram incluídas no processo de tomada de decisão, dentro dos instrumentos de planejamento da UPF – Plano de Desenvolvimento Institucional, como proposta de intervenção. A partir das etapas anteriores, a aplicação da metodologia permitiu o estabelecimento de pautas a serem incluídas no "Programa de Ecoeficiência Ambiental e

Energética para a UPF", de acordo com o Quadro 2.

Quadro 2- Programa de Ecoeficiência Ambiental e Energética para a UPF.

Análise da vida útil dos edifícios e a aplicação dos princípios da construção sustentável;
Revisão dos parâmetros construtivos para os novos edifícios, com o uso da envoltória com massa térmica adequada segundo os requisitos mínimos de *U* indicados pelo RTQ-C, bem como isolamento das pontes térmicas;
Adoção de critérios para a definição de orientação solar adequada às restrições de habitabilidade dos diferentes setores da programação arquitetônica: como laboratórios com condicionamento artificial para direções entre SO e SE, com menores ganhos de radiação; salas aulas, secretarias e salas de professores com permanência prolongada preferentemente para orientações entre NNO e E;
Programas de *retrofit*, com a implementação de melhores condições de conforto térmico, em ao menos 80% das horas ocupadas, que correspondam às condições climáticas complexas locais (quente/úmido no verão e frio/úmido no inverno);
Condicionamento artificial com temperaturas *setpoint* máximas de 20ºC en inverno e mínimas de 24ºC no verão;
Uso de estratégias passivas de refrigeração e aquecimento, adequadas às características climáticas locais, que apontam estratégias para obter as condições de conforto razoáveis nos edifícios, já que em 20,50% das horas do ano se registram situações confortáveis;
Aplicação de sistemas de ventilação mecânica (caso necessário de acordo com os usos) ou de ventilação cruzada natural, segundo os indicadores apontados nas diretrizes da Carta Psicrométrica e os resultados de avaliação do conforto adaptativo;
Adoção de projeto de esquadrias com proteção solar exterior para garantir a redução efetiva dos ganhos solares, associadas com as estratégias de aquecimento passivo;
Retomada dos programas de controle e monitoramento dos recursos desenvolvidos pelo Setor de Conservação de Campus, tais como o sistema *SmartGateM - Gestal* aplicado ao consumo de energia elétrica e adoção de sistemas *smart grids* (medidores e redes inteligentes) e *demand side response* – controle automatizado de demanda na rede elétrica para reduzir os picos de energia e diminuição de custos por diferenças de nas faixas tarifárias de consumo, com o adicional benefício financeiro na relação entre a concessionaria de geração e distribuição com a consumidora – UPF;
Identificar as fontes de geração dos consumos de fundo e propor limites de consumo em horas-pico para as unidades consumidoras ou unidades acadêmicas;
Fomentar e implementar o uso eficiente dos recursos naturais (água, materiais, mobilidade e emissões de CO_2, resíduos sólidos, etc.) e a redução dos impactos ambientais associados, seguindo-se a Política de Responsabilidade Socioambiental da UPF.

Fonte: adaptado do autor, 2018.

4 CONCLUSÕES

A metodologia da UPC utilizada como referência em sua contextualização à UPF, mostrou-se factível, no entanto os ajustes principais se relacionaram com as diferenças nos usos finais de energia, associado principalmente à calefação na primeira e à refrigeração e equipamentos na segunda. A metodologia permitiu verificar os impactos dos fatores incidentes no consumo energético nos edifícios objeto de estudo.

Considerando-se os resultados obtidos, se pode dizer que para promover as condições de conforto aliado à melhoria no desempenho energético e térmico, deve-se fazer investimentos integrados. Cada uma das ações concretas deve ser contextualizada, cotejando igualmente os resultados econômicos à longo prazo. Os cenários dos modelos teóricos apresentam apenas um ponto de referência.

As pautas de linhas de ações e propostas de intervenção foram inseridas dentro de um "Programa de Eficiência Ambiental e Energética para a Universidade", especialmente refletindo sobre os processos de tomada de decisões. Este programa deverá abordar os procedimentos administrativos e acadêmicos da Política Ambiental Institucional, no entanto, cabe à Universidade de Passo Fundo reforçar uma estrutura que gere uma mudança de paradigmas e metas concretas em todo seu parque construído.

REFERÊNCIAS

ABNT ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15220**: desempenho térmico de edificações. Rio de Janeiro: ABNT, 2005.

_____. **NBR 15575**: edifícios habitacionais - desempenho. Rio de Janeiro: ABNT, 2013.

BOSCH GONZÁLES M. et al. **Avaluació energètica d'edificis: experiència de la UPC**. Barcelona: UPC, 2006.

CATALAPIEDA, I. R.; BOSCH, M.; LÓPEZ, F. Involvement of final architecture diploma projects in the analysis of the UPC buildings energy performance as a way of teaching practical sustainability. **Journal of Cleaner Production,** n. 14, p. 958-962, 2006.

DESIGNBUILDER. **DesignBuilder EnergyPlus Simulation Documentation**. DesignBuilder v3.1. DesignBuilder, 2011. Disponível em:<http://www.designbuilder.co.uk>. Acesso em: 16 dez. 2012.

FRANDOLOSO, M. A. L. **La inserción de la eficiencia energética en los edificios universitarios brasileños**: las políticas y los procesos de toma de decisiones. Tese (Doutorado). Departament de Tecnologia em l'Arquitectura. Programa de Doctorat en Arquitectura, Energía i Medi Ambient. Escola Tècnica Superior d'Arquitectura. Universitat Politècnica de Catalunya. Barcelona: UPC, 2018. Disponível em:<http://www.tdx.cat/handle/10803/461416>. Acesso em: 26 mar. 2018.

FRANDOLOSO, M. A. L.; CUCHÍ I BURGOS, A.; CUNHA, E. G. DA. The application of eco-efficiency in university buildings: policies and decision-making process. In: **Towards Green Campus Operations**: Energy, climate and Sustainable Development Initiatives at Universities. Berlin: Springer, 2018. p. 141-158.

GESTAL. **Smart Gate M.** Retrieved on 29 Jan. 2009. Disponível em:<http://www.gestal.com/new/pdf/datasheetGATEM.pdf>. Acesso em: 29 jan. ro 2009

LEAL FILHO, W. The United Nations Decade of Education for Sustainable Development: lessons learnt and needs to be met. **International Journal of Sustainability in Higher Education**, n.15, vol.2, Apr. 2014. DOI: 10.1108/IJSHE-01-2014-0001.

LÓPEZ PLAZAS, F. **Sobre el uso y la gestión como los factores principales que determinan el consumo de energía en la edificación**. Tese (Doutorado), Escola Tècnica Superior d'Arquitectura, Universitat Politècnica de Catalunya. Barcelona: UPC, 2006.

PROCEL. **Regulamento técnico da qualidade do nível de eficiência energética de edifícios comerciais, de serviços e públicos (RTQ-C)**, PROCEL/Eletrobras, vol. 2. 2010a. Disponível em:<http://www.procelinfo.com.br/main.asp?View={5A08CAF0-06D1-4FFE-B335-95D83F8DFB98}&Team=&params=itemID={F7464D4C-CE30-4137-A741-C889BCB15E3F};&UIPartUID={05734935-6950-4E3F-A182-629352E9EB18}>. Acesso em: 03 jul. 2012.

_____. **Regulamento de avaliação da conformidade do nível de eficiência energética de edifícios comerciais, de serviços e públicos (RAC-C)**. PROCEL/Eletrobras, vol. 3. Disponível em:<http://www.procelinfo.com.br/main.asp?View={5A08CAF0-06D1-4FFE-B335-95D83F8DFB98}&Team=&params=itemID={F7464D4C-CE30-4137-A741-C889BCB15E3F};&UIPartUID={05734935-6950-4E3F-A182-629352E9EB18}>. Acesso em: 03 jul. 2012.

_____. **Manual para aplicação do RTQ-C.** Rio de Janeiro: PROCEL/Eletrobras, 2013. Disponível em:<http://www.procelinfo.com.br/main.asp?View=%7B5A08CAF0-06D1-4FFE-B335-95D83F8DFB98%7D&Team=&params=itemID=%7BABFC610F-53E8-439D-9AF5-8F305CD7338B%7D;&UIPartUID=%7B05734935-6950-4E3F-A182-629352E9EB18%7D>. vol. 4. Acesso em: 14 fev. 2014.

UNESCO. **Draft International Implementation Scheme for the UN Decade of Education for Sustainable Development (2005-2014).** UNESCO, 2004. Disponível em:<http://portal.unesco.org/education/admin/file_download.php/Final+IIS.pdf?URL_ID=36026&filename=10994104393Final_IIS.pdf&filetype=application%2Fpdf&filesize=834142&name=Final+IIS.pdf&location=user-S/>. Acesso em: 14 jan. 2005.

_____. **Shaping the Future We Want. UN Decade of Education for Sustainable Development (2004-2014). Final Report**. UNESCO, 2014. Disponível em:<http://unesdoc.unesco.org/images/0023/002301/230171e.pdf>. Acesso em: 19 jan. 2014.

TOMASHOW, M. **The nine elements of a sustainable campus**. Cambridge, USA: MIT Press, 2014.

UPC UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA. OFICINA PER A LA GESTIÓ SOSTENIBLE. **Com funciona un POE?** Barcelona: Recursos i Serveis per a la Gestió Sostenible - UPC, 2012. Disponível em:<http://www.upc.edu/gestiosostenible/equips-de-treball/equips-de-millora-poe/documentacio-de-les-sessions-de-treball/com-funciona-un-poe-pdf/view>. Acesso em: 29 jul. 2013.

_____. **UPC Energia 2020 - Comunitats sostenibles**. Barcelona: UPC, 2017. Disponível em:<https://www.upc.edu/energia2020/ca>. Acesso em: 27 Nov. 2017.