

# SISTEMA ESPECIALISTA PARA METODOLOGIA DE ASSISTÊNCIA A HOSPITAIS PARA GERAR MACROPROJETOS DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

SUÉLLEN C. PEREIRA<sup>\*</sup>, GUSTAVO L. SOARES<sup>\*</sup>, THIAGO M. MACHADO-COELHO<sup>†</sup>, THIAGO D. R. TORRES<sup>\*</sup>,  
FLÁVIA M.F. FERREIRA<sup>\*</sup>

<sup>\*</sup>Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica, Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais,  
Av Itaú 525, 30535-012, Belo Horizonte, MG, Brasil

<sup>†</sup>Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica, Universidade Federal de Minas Gerais  
Av Antonio Carlos 6627, 31270-901, Belo Horizonte, MG, Brasil

E-mails: pereira-suellen@hotmail.com, gsoares@pucminas.com,  
thmmcoelho@ufmg.br, rtorres.thiago@gmail.com, flaviamagfreitas@gmail.com

**Abstract** — The aim of this paper is to present an Expert System which is part of the proposal of a new methodology, named: Macro Projects for Energy Efficiency (MP-PEE), for the health area under the creation of energy efficiency macro projects. A macro project is a document that allows the evaluation of the feasibility for investments in engineering projects. MP-PEE takes into consideration: physical structure and management characteristics, market prices for reforms and retrofit actions, priorities defined by the hospital's managers and the hospital's budget, for decision making on the most appropriate actions and energy efficient strategies more suitable to each health facility. The usage of this proposed methodology intends to avoid negligence on reporting additional costs in the begging phases of energy efficiency projects. The Expert System presented on this paper performs the data acquisition about the physical structure of the hospitals and their managers' investment priorities when it comes to energy efficiency, using decision tree and performing some calculations, it generates as a result a list of possible priority actions. Data acquisition was done applying questionnaires. The results of the application of the Expert System were evaluated by some of the managers participating in the process, presented here as a case study.

**Keywords** — Expert System, Energy efficiency, Hospitals, Decision Making, Buildings.

**Resumo** — O objetivo deste artigo é apresentar um Sistema Especialista que é parte da proposta de uma nova metodologia, denominada: Macroprojetos Para Eficiência Energética (MP-PEE), para a área de saúde na criação de macroprojetos de eficiência energética. Macroprojeto é um documento que permite avaliar a viabilidade de investimentos em projetos executivos em engenharias. A MP-PEE leva em consideração: estrutura física e características de gestão, preços de mercado para reformas e ações de *retrofit*, as prioridades definidas por gestores e o orçamento do hospital, para tomada de decisão sobre as ações e estratégias de eficiência mais adequadas para a realidade de cada entidade. O uso da metodologia proposta espera auxiliar na cobertura de custos adicionais que muitas vezes são negligenciados na fase conceitual de um projeto de eficiência. O Sistema Especialista apresentado neste trabalho realiza a atividade de coleta de dados dos gestores tanto a respeito da estrutura física da entidade da área de saúde quanto das prioridades de investimento em eficiência energética, usando árvore de decisão e realizando alguns cálculos, gera como resultado uma lista de possíveis ações prioritárias. A coleta de dados foi realizada por meio da aplicação de questionários. Os resultados de aplicação do Sistema Especialista foram avaliados por alguns gestores participantes do processo, apresentado aqui como estudo de caso.

**Palavras-chave** — Sistema especialista, Eficiência Energética, Hospitais, Tomada de Decisão, Edifícios.

## 1 Introdução

Cada vez mais, o uso consciente de energia elétrica tem se tornado uma necessidade da sociedade, e não apenas como um aspecto de economia de gastos. Nessa linha de raciocínio, países como a Alemanha, por exemplo, têm buscado incentivar seus cidadãos a tomarem atitudes conscientes no uso de energia. Eles também incentivam à construção de edifícios sustentáveis, bem como a transformação de construções civis existentes em outras mais eficientes (Christiansen, Kaltschmitt and Dzukowski, 2016). Como afirma Tahir et al. (2016) países em desenvolvimento, como o Paquistão, também estão em busca de ações de eficiência energética com menor investimento e maior retorno. O cenário brasileiro assemelha-se ao restante do mundo. Segundo Nogueira et al. (2015),

ações de sustentabilidade, energia limpa e eficiência estão presentes no Brasil desde 1984. Abramovay (2010) afirma que as iniciativas governamentais se tornaram mais expressivas a partir de 2009, devido ao engajamento brasileiro na Conferência das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas naquele ano. Ainda de acordo com Nogueira et al (2015), as ações governamentais em programas de incentivo à eficiência energética têm sido eficazes e já proporcionaram ganhos comprovados. Todo esse cenário alavanca a necessidade de ações e estudos em eficiência para o mercado energético no Brasil.

Apesar do volume de pesquisas na área de energia e eficiência energética, ainda há lacunas a serem preenchidas para edifícios hospitalares e suas particularidades (Christiansen, Kaltschmitt and Dzukowski, 2016). As unidades de saúde possuem equipamentos específicos com potências mais elevadas do que os equipamentos normalmente encontrados nas residên-

cias comuns, sendo utilizados em períodos específicos do dia, impactando na demanda energética da rede de distribuição. Existem, também, as instituições sem fins lucrativos, que sobrevivem através de doações, o que por vezes implica no uso de equipamentos doados que podem ser obsoletos e ainda mais dispendiosos, no que diz respeito ao consumo de energia elétrica. Agravando essa situação, essas mesmas instituições têm dificuldades em se atualizar, visando maior eficiência. Dois fatores para este cenário são: a falta de *know-how* especializado em eficiência energética dentro delas e os custos com a própria modernização, que exigem investimentos externos.

Considerando o exposto, surge a necessidade de melhoria desse panorama em favor das entidades para auxílio na elaboração de documentos, tais como, macroprojetos de eficiência energética. Nesta direção, posiciona-se o desenvolvimento da Metodologia para criação de Macroprojetos de Eficiência Energética (MP-PEE) para hospitais e entidades da área de saúde.

A MP-PEE permitirá avaliar a factibilidade e viabilidade na geração de um projeto executivo futuro. Para tal, leva em consideração dados das condições estruturais e administrativas da entidade de saúde, valores de mercado para ações de *retrofit* e melhorias e as prioridades do hospital; para posteriormente agregar tais dados a ferramentas de tomada de decisão, para indicar as ações e estratégias de eficiência mais indicadas para a realidade de cada entidade de saúde. Para a aquisição de dados estruturais e relativos à gestão, a MP-PEE faz uso de um Sistema Especialista, que será apresentado neste artigo.

O trabalho está organizado como segue. Seção 2 apresenta os trabalhos relacionados à pesquisa desenvolvida. A Seção 3 descreve a Metodologia MP-PEE. A Seção 4 detalha o Sistema Especialista da MP-PEE proposto. Posteriormente, na Seção 5 são abordados os estudos de casos aplicando-se o Sistema Especialista. Finalmente, nas seções 6 e 7 são apresentadas as conclusões e os trabalhos futuros.

## 2 Trabalhos relacionados

Jaggs e Palmer (2000) desenvolveram a metodologia *Energy Performance Indoor Environmental Quality Retrofit* (EPIQR), visando auxiliar donos de apartamentos que desejassem fazer algum tipo de *retrofit* em suas residências, bem como auditores de construções civis. O *retrofit* teve como objetivo a redução no consumo de energia, a melhoria nas condições de moradia nos apartamentos e, também, a redução da quantidade de CO<sub>2</sub> emitida. A metodologia EPIQR baseia-se na descrição da construção civil que irá sofrer a modificação, para então propor as ações mais adequadas de acordo com um orçamento definido. Os elementos das construções civis foram divididos em 50 unidades discretas, por exemplo,

sistemas de aquecimento, telhado e fachadas. Para cada um deles, foram atribuídas notas de 1 a 4, caracterizando os níveis de deterioração, classificando, dessa forma, o estado das construções e a experiência dos moradores com cada uma delas. Esses elementos combinados foram comparados a fim de definir o estado da edificação e as ações mais recomendadas. Com este intuito, usou-se uma base de dados de custo de energia, desempenho energético e conforto de moradia. O método descreve as possíveis ações e a robustez de cada uma das soluções. Essas ações e/ou soluções estão compreendidas em grupos de acordo com: conforto de moradia (IEQ - *indoor environmental quality*), energia, custo de energia e *retrofits* efetivos. Juntamente com a metodologia, foi desenvolvido um programa computacional, cujo público alvo foram auditores de construção civil e demais profissionais da área.

Caccavelli e Gugerli (2002) desenvolveram o *Decision-making Tool for Office Building Upgrading* (TOBUS), uma ferramenta de tomada de decisão para engenheiros e arquitetos, no que diz respeito à atualização de prédios de escritório. Ela leva em consideração a deterioração, a obsolescência funcional, o consumo energético e o conforto do ambiente (IEQ) nos edifícios. Com esses critérios, define-se qual a ação mais apropriada, e seu custo; elaborando cenários e os orçamentos correspondentes para as fases iniciais de um projeto de remodelação da construção de escritórios. Os custos são baseados em um banco de dados suíço, e usam o Euro como moeda padrão. O objetivo da ferramenta é o auxílio às tomadas de decisões anteriores à fase de projeto de *retrofit*, ou remodelagem do edifício, apesar de não ser uma ferramenta de gerenciamento de projetos. O uso da TOBUS também permite que auditores façam suas visitas em metade do tempo, pois já indica os requisitos necessários. Seu público alvo são profissionais interdisciplinares com experiência na área de construções e energia.

A ferramenta TOBUS também foi utilizada por Balaras (2002) que propôs uma metodologia utilizando esta ferramenta, aplicando-a ao EPIQR, desenvolvido em 2000. Porém, enquanto o EPIQR é voltado a apartamentos, essa metodologia visou edifícios de escritórios e comércio. Ela avalia os mesmos itens que o EPIQR, mas inclui a geração de um relatório final e serve como alimentação para outra ferramenta, a INVESTIMMO, que gerencia custos e estratégias voltadas a este quesito.

Steskens et al. (2015) apresentam uma ferramenta de tomada de decisão para remodelação de prédios residenciais, a qual foi projetada para engenheiros e arquitetos, porém com uma abordagem um pouco mais simplificada e mais intuitiva. Ao contrário da EPIQR ou da TOBUS, essa abordagem visa projetos de menor escala e não exige tanto conhecimento prévio dos usuários, buscando apontar quais os passos de *retrofit* podem ser executadas de acordo com a robustez da edificação, as condições para uso de

energia solar, as instalações de ar condicionado e as condições termo hidráulicas da edificação. Para isso, foi criado um *software* que mostra imagens com exemplos de condições de edifícios, para que o usuário tenha maior facilidade em identificá-las.

Na Tabela 1, é apresentado o comparativo de abrangência de aplicação das metodologias mencionadas de forma simplificada.

Nota-se que a metodologia MP-PEE visa preencher a lacuna existente na ausência de metodologias especializadas em edificações hospitalares e que incluam em seu público-alvo pessoas cujo conhecimento em eficiência energética e em reformas de edifícios não esteja no nível de especialista dessas áreas, como, por exemplo, os gestores de unidades de saúde. Além disso, ao contrário e outras metodologias já propostas, a MP-PEE gera como artefatos um relatório padrão de macro-projeto de desenvolvimento, bem como orçamentos relacionados a esse macro-projeto.

Edificações, de modo particular as hospitalares, estão sempre buscando reduções de custos e, portanto, o uso eficiente de energia elétrica. A criação de projetos dessa natureza traz custos, como contratação de consultorias, por exemplo, o que pode inviabilizar tais ações, principalmente em se tratando de instituições filantrópicas por exemplo. Neste cenário a metodologia MP-PEE está inserida, visando ajudar hospitais e entidades de saúde, reduzindo seus custos na criação de macroprojetos de eficiência energética para posterior execução.

Tabela 1 – Quadro comparativo da abrangência das metodologias

Metodologia	Tipo de Edificação		
	Residencial	Comercial	Hospitalar
EPIQR	X	X	
TOBUS	X	X	
(Steskens, 2015)	X		
MP-PEE			X
Metodologia	Público Alvo		
	Engenheiros /Arquitetos	Gestores	
EPIQR	X		
TOBUS	X		
(Steskens, 2015)	X	X	
MP-PEE	X	X	
Metodologia	Artefatos Gerados		
	Relatórios	Orçamentos	
EPIQR	X	X	
TOBUS			
(Steskens, 2015)			
MP-PEE	X	X	

### 3 Metodologia MP-PEE

A metodologia MP-PEE (ver Figura 1) consiste das seguintes etapas: um Sistema Especialista para coleta de dois grupos de dados, um primeiro grupo de dados que caracterizem a entidade, e um segundo grupo de dados que indica a interação com as prioridades do usuário. A partir das prioridades estabelecidas, e tomando como base o banco de ações e estratégias global (construído através de questionários aplicados a hospitais e especialistas); a MP-PEE realiza a seleção de possíveis ações estratégicas correlacionando-as com o grau de investimento desejado, ocorrendo, então, a seleção das propostas mais adequadas considerando estes fatores, tomada de decisão dos diretores da instituição sobre as ações a serem tomadas e, finalmente, geração do macroprojeto.

Este artigo se atém ao desenvolvimento do Sistema Especialista da MP-PEE, que está em destaque na Figura 1.

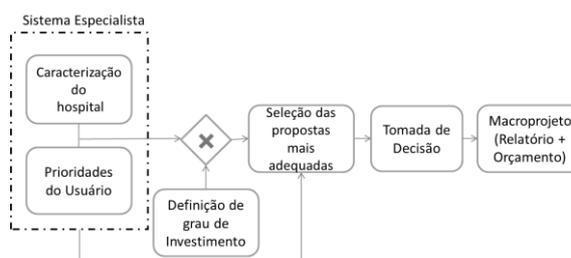


Figura 1. Metodologia MP-PEE

O Sistema Especialista é parte integrante da MP-PEE, e visa realizar a pré-seleção de ações de eficiência energética presentes em um banco de dados criado durante esta pesquisa. O sistema se utiliza das características do hospital ou entidade de saúde a ser avaliada, incluídas pelo usuário; levando também em consideração os critérios de preferência deste usuário. O funcionamento completo do Sistema Especialista é detalhado na Seção 4.

### 4 Sistema Especialista da MP-PEE

O Sistema Especialista realiza captura de dados do hospital através de perguntas feitas ao usuário. As perguntas estão separadas em oito categorias, para cada uma delas está associada uma árvore de decisão. O Sistema Especialista realiza as seleções baseando-se em um conjunto de ações lógicas, relacionando a entradas de dados do usuário com um banco de dados de ações e estratégias de eficiência energética, para cada uma das opções apresentadas. Este banco de dados foi gerado durante a pesquisa através da aplicação de questionários, entrevistas com especialistas e leituras de artigos relacionados da área, listando assim, as possíveis ações de eficiência energética no âmbito hospitalar. Para criação da interface e obtenção das entradas dos usuários, foi desenvolvido um programa utilizando MATLAB.

No intuito de auxiliar entidades de saúde e hospitais que não possuam profissionais especializados em eficiência energética e reformas, a MP-PEE busca uma interface simples que exija o mínimo de conhecimento prévio em engenharia para a sua utilização. Sendo assim, o primeiro contato se dá através do menu apresentado na Figura 2.

Neste menu inicial, são exibidas opções separando as características do hospital ou entidade de saúde da seguinte forma: aquecimento solar; condicionamento ambiente; equipamento hospitalar relevante; fonte incentivada; iluminação; elevadores; refrigeradores/geladeiras e gestão energética.

Ao selecionar cada uma das opções, o sistema navega coletando dados para a caracterização do hospital. Para tal, apresenta uma sequência lógica de perguntas, questões sobre infraestrutura, funcionamento e dados gerais da instituição. De acordo com as respostas dadas e os dados imputados, o Sistema Especialista armazena a ação correspondente; ação esta presente no banco de dados.

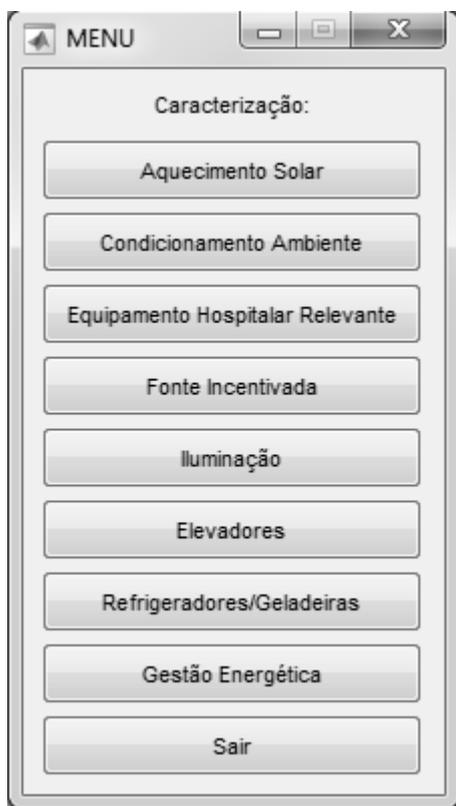


Figura 2. Menu inicial

Cada uma das opções do menu tem sua própria árvore de decisão. Exemplifica-se o funcionamento para “Condicionamento Ambiente”, conforme poder ser visto na Figura 3.

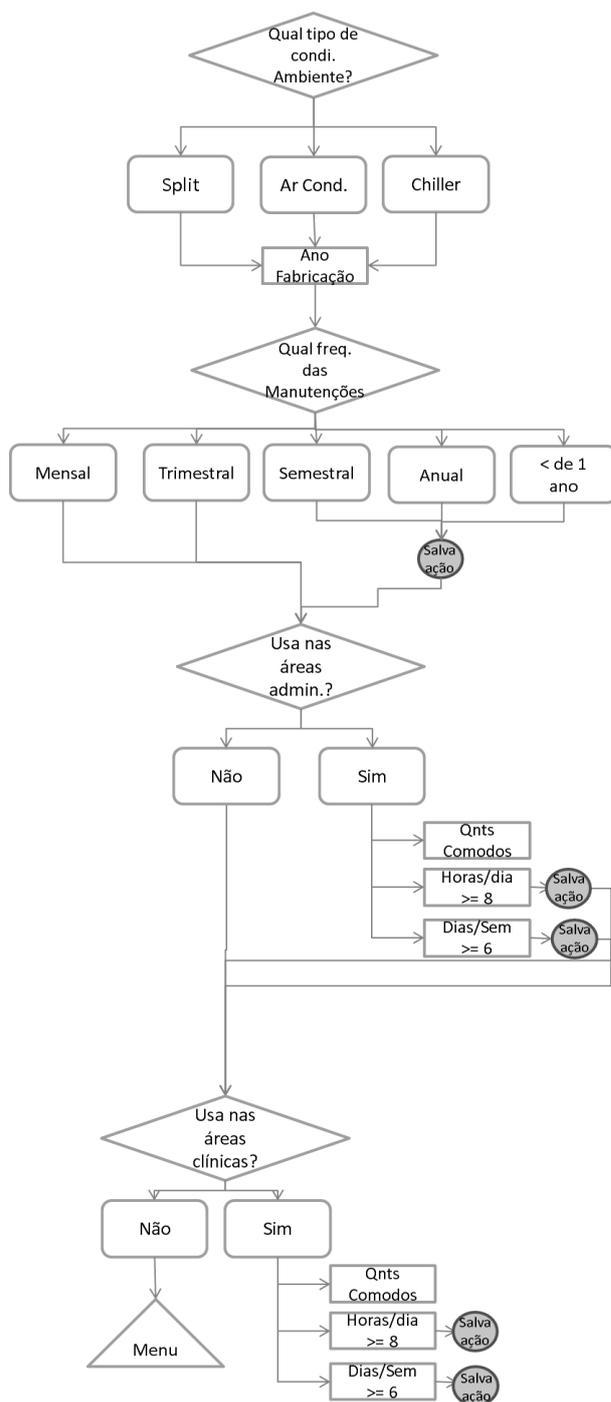


Figura 3. Fluxograma para opção “Condicionamento Ambiente”

No quesito “Condicionamento Ambiente” o usuário é questionado sobre o tipo de condicionamento ambiente utilizado no hospital ou entidade de saúde. A próxima pergunta consiste na frequência das manutenções e, caso não estejam ocorrendo de maneira regular, ou em uma frequência mais baixa do que o esperado, conforme regulamentado pelo Ministério da Saúde, através da Portaria GM/MS nº. 3.523 (BRASIL, 1998), o sistema seleciona no banco de dados a ação de “aumento na frequência das manutenções”, e a armazena como uma ação possível. Em seguida, são exibidas as perguntas sobre a utilização do sistema de condicionamento de ar; se é utilizado nas áreas administrativas, por quanto tempo diá-

mente e qual a frequência de funcionamento dessas áreas durante a semana. Para esses dados, o usuário entrará com os valores de horas de funcionamento por dia, e frequência de utilização das áreas por semana, como mostra Figura 4. O mesmo é feito para a utilização do condicionamento de ar nas áreas clínicas ou assistenciais. Os dados coletados são utilizados para realização de cálculos e propostas de estratégias que dependerão do nível de utilização das áreas da entidade. As sugestões podem variar desde alteração da jornada de trabalho, com o propósito de reduzir o consumo de potência durante os períodos de maior pico, a fim de encaixar a entidade ou hospital em uma faixa de tarifa energética diferente, até a utilização de sistema de condicionamento de ar misto, ou instalação de claraboias e janelas. Para cada resultado, uma possível ação é armazenada.

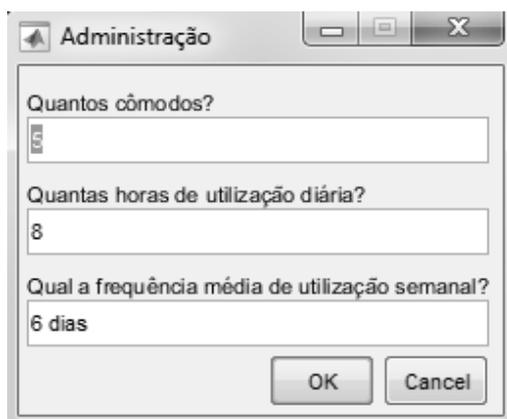


Figura 4. Exemplo de entrada de dados para opção Condicionamento Ambiente

Outra captura de dados pode ser exemplificada pelo quesito: “Elevadores”, conforme pode ser observado na Figura 5.

O primeiro questionamento é acerca da entidade ou hospital possuir ou não elevadores. Em caso afirmativo, questiona-se a quantidade de elevadores que será incluída através de uma janela de diálogo. Na sequência, é questionada a data de fabricação desses elevadores. Essas informações são armazenadas pelo sistema especialista, para posterior realização de cálculos, e, mais uma vez, as possíveis ações decorrentes são armazenadas.

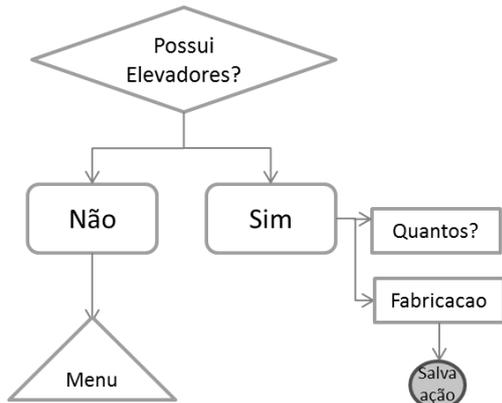


Figura 5. Fluxograma para botão “Elevadores”

A Figura 6 apresenta mais um exemplo, o botão “Gestão Energética”. O usuário é questionado sobre a existência ou não de uma equipe de Gestão Energética. Caso não a possua, é então questionado sobre o seu interesse na mesma. Se houver interesse, a ação correspondente do banco de dados “criação de equipe de Gestão Energética” é arquivada como selecionada. Caso não haja interesse em ter uma equipe de gestão, o sistema retorna ao menu inicial para que o usuário possa selecionar a próxima categoria de perguntas. Caso a entidade possua equipe de Gestão Energética, será exibida a pergunta sobre a atuação dessa equipe. O questionamento se dá sobre as ações de conscientização realizadas pela equipe para os demais funcionários e, caso a resposta seja negativa, então, a ação “incluir campanhas de conscientização” é armazenada. O sistema passa para a pergunta subsequente, que é relacionada ao treinamento que esta equipe recebeu no último ano. Caso a equipe inteira não tenha recebido treinamento, a ação “realizar treinamento para a equipe” é armazenada. Em outras palavras, nesse cenário, caso exista uma equipe que não realize campanhas, e que não recebeu treinamentos, o sistema especialista terá armazenado ambas as ações.

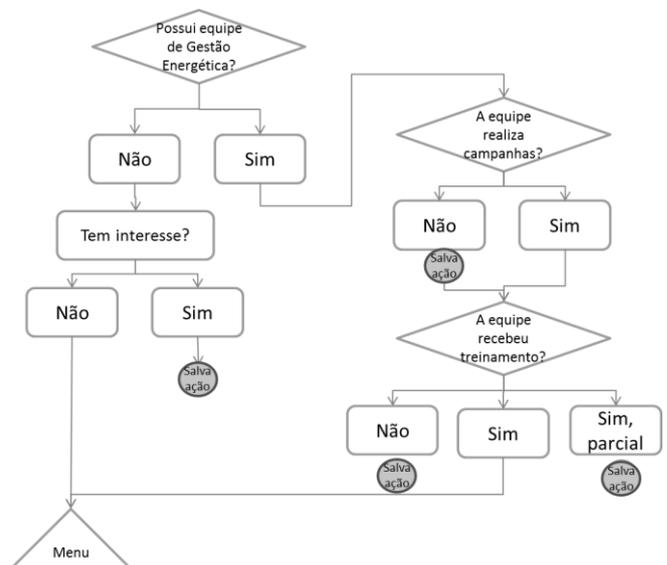


Figura 6. Fluxo para opção “Gestão Energética”

O mesmo se repete para os demais requisitos. Em caso de pergunta lógica, o sistema especialista armazena a ação diretamente. Quando há entrada de dados, o mesmo trata estes dados antes de selecionar a ação. Além disso, na continuidade desta pesquisa esses dados serão usados para as definições orçamentárias, que são etapas posteriores da MP-PEE e para a criação definitiva do macroprojeto de execução com as estratégias específicas para cada instituição, de acordo com suas prioridades e orçamento.

Após a caracterização do hospital, o Sistema Especialista capta as prioridades do hospital ou entidade de saúde. É exibida uma caixa de diálogo, no mesmo padrão das demais já apresentadas, em que o

usuário deve inserir sua prioridade. Escolhendo uma entre as três opções: “Tempo de desenvolvimento”, “Custo” ou “Potencial de Economia”, conforme mostra Figura 7.

De posse dessas informações o Sistema Especialista realiza a pré-seleção das possíveis ações de eficiência energética, escolhendo dentre as já armazenadas nas etapas anteriores, baseando-se em cálculos empíricos. O refinamento desta seleção de propostas com o intuito de escolher a mais adequada, dar-se-á nas demais etapas da metodologia MP-PEE.

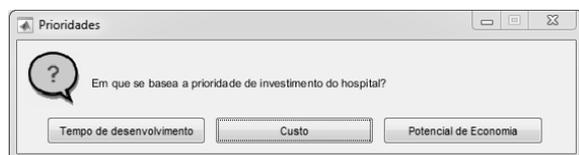


Figura 7. Seleção das prioridades do usuário

Para que o Sistema Especialista esteja refletindo a rotina de um hospital típico ou entidade de saúde típica, o mesmo será testado com diversos níveis de profissionais da área hospitalar. Desta forma, a ferramenta pode ser adaptada de forma que o conhecimento necessário para usá-la seja apenas relacionado à entidade de saúde e não ao grau de instrução do profissional. O intuito é alimentar as interfaces de forma a se tornarem o mais amigáveis, usando um vocabulário comum ao setor da saúde, para facilitar seu uso.

## 5 Estudo de Caso

O Sistema Especialista aqui apresentado foi testado nos Hospitais A e B da região de Belo Horizonte. O uso dos símbolos “A” e “B” para se referir aos hospitais fez-se necessário a fim de preservar a identidade das entidades participantes.

Para o Hospital A, após inclusão de todos os dados, o Sistema Especialista armazenou 12 possíveis ações presentes no banco de dados. Tendo o usuário escolhido como prioridade: “Tempo de desenvolvimento” as ações pré-selecionadas pelo Sistema Especialista foram: “Troca das lâmpadas para 100% tipo led”, “Inclusão de sensores nas áreas de circulação” e “Inclusão de temporizadores nas escadas”. O tempo total gasto foi de 23 minutos; compreendendo o tempo do gestor em responder os questionamentos mais o tempo de processamento do Sistema Especialista.

Para o Hospital B, o Sistema Especialista armazenou um total de 14 ações possíveis presentes no banco de dados. Tendo o usuário escolhido como prioridade “Potencial de Economia”, as ações de eficiência energética pré-selecionadas foram: “Troca dos refrigeradores por outros mais eficientes, com selo Procel A”, “Troca dos chillers por outros mais modernos e econômicos”, “Troca dos motores dos elevadores por outros motores mais econômicos”, “Troca das autoclaves a resistência por autoclaves

alimentadas a vapor”. O tempo total gasto utilizando foi de 14 minutos, tempo de resposta do Sistema Especialista somado ao tempo gasto pelo gestor para responder os questionamentos.

O usuário do Hospital A considerou o resultado do Sistema Especialista plausível e inclusive, com resultado similar a propostas já existentes e em andamento em seu hospital. Além disso, ressaltou a velocidade de resposta bastante satisfatória, economizando tempo para o hospital e para si mesmo. Uma vez que selecionar ações de melhoria para um hospital dentre uma gama tão grande de possibilidades que existem é uma tarefa dispendiosa e pode exigir consultoria, e, usando o Sistema Especialista, em alguns minutos foi possível obter uma lista reduzida dessas ações.

A percepção do usuário do Hospital B foi similar, a questão da economia de tempo foi o principal benefício em sua opinião. No entanto, este usuário considerou alguns questionamentos complicados e sentiu dificuldade em responder as perguntas relacionadas aos incentivos fiscais recebidos pelo Hospital. As suas sugestões foram armazenadas e serão utilizadas para refinar o Sistema Especialista.

## 6 Conclusão

O Sistema Especialista conseguiu capturar dados necessários para a MP-PEE, coletando um total de vinte e cinco características estruturais dos edifícios hospitalares, além de vinte e uma características de funcionamento e gerenciamento do hospital ou instituição avaliada. Esses itens já servem como entrada para que um engenheiro inicie um projeto de eficiência energética. Todas as operações lógicas contidas no sistema especialista foram testadas, garantindo que todas as ações presente no banco de dados teriam sido usadas ao menos uma vez.

A aplicação do Sistema Especialista no estudo de caso demonstra que o tempo dispendido respondendo o questionário é aceitável do ponto de vista do dia a dia hospitalar, e os resultados preliminares desta amostra são indicadores da eficácia do Sistema Especialista.

## 7 Trabalhos Futuros

O Sistema Especialista aqui apresentado continua sendo aplicado na gama de hospitais e entidades que concordaram em participar do desenvolvimento da metodologia MP-PEE. Assim como a entidade B fez sugestões de melhoria do Sistema Especialista, a intenção é que os demais hospitais também o façam. Desta forma, nos próximos meses, o Sistema Especialista será testado por um maior número de usuários, visando uma melhor usabilidade, esperando-se, assim, que seja considerado satisfatório para todas as entidades participantes.

Em trabalhos futuros, serão descritas as demais etapas da metodologia MP-PEE. Sendo elas: definição do grau de investimento que o hospital pretende fazer, correlação entre custo das ações e a possibilidade de investimento do hospital, seleção refinada das ações através dos critérios do usuário utilizando AHP, tomada de decisão dos gestores e, finalmente, geração de relatório e orçamento do macroprojeto de eficiência energética.

### **Referências Bibliográficas**

- Abramovay, R., 2010, Desenvolvimento sustentável: qual a estratégia para o Brasil? Novos estudos-CEBRAP, SciELO Brasil, n. 87, p. 97–113.
- Balaras, C. A., 2002, Tobus—a European method and software for office building refurbishment, Elsevier.
- Caccavelli D. and Gugerli H., 2002, “Tobus—a European diagnosis and decision-making tool for office building upgrading,” *Energy and Buildings*, vol. 34, no. 2, pp. 113–119.
- Christiansen, N., Kaltschmitt M., and Dzukowski F., 2016, Electrical energy consumption and utilization time analysis of hospital departments and large scale medical equipment, *Energy and Buildings*, vol. 131, pp. 172–183.
- Jaggs M. and Palmer J., 2000, “Energy performance indoor environmental quality retrofit—a European diagnosis and decision making method for building refurbishment,” *Energy and Buildings*, vol. 31, no. 2, pp. 97–101.
- Nogueira, L. H. et al., 2015, Energy Efficiency and Smart Grids for Low Carbon and Green Growth in Brazil: Knowledge Sharing Forum on Development Experiences: Comparative Experiences of Korea and Latin America and the Caribbean. [S.l.].
- Steskens P., Vanhellefont Y., Roels S., and Van Den Bossche N., 2015, A decision making tool for the energy efficient refurbishment of residential buildings, *Energy Procedia*, vol. 78, pp. 997–1002.
- Tahir M. F., Saqib M. A. et al., 2016, Optimal scheduling of electrical power in energy-deficient scenarios using artificial neural network and bootstrap aggregating, *International Journal of Electrical Power & Energy Systems*, vol. 83, pp. 49–57.
- BRASIL. Portaria GM/MS Nº 3.523, de 28 de Agosto de 1998. Brasília, DF, ago, 1998.