

Desenvolvimento de materiais didáticos para estudantes de Engenharia: um estudo de caso sobre a simulação do desempenho de edifícios

Development of didactic materials for engineering students: a case study on building performance simulation

Franklin Puker de Sousa¹

Airton José Vinholi Junior²

Resumo

Elaborar materiais didáticos de ferramentas computacionais orientados ao ensino de estudantes e profissionais ligados à Engenharia pode se tornar uma árdua tarefa aos interessados. Isso porque, além da complexidade do tema em si e da didática demandada para elaboração do material, são raras as produções de cunho científico disponíveis na literatura que abarcam os modos de produção de livros para fins educacionais. Logo, frente à necessidade de oferecer suporte aos potenciais autores, neste artigo são apresentadas as etapas que conduziram à elaboração de um material didático, envolvendo desde o passo a passo para materialização da obra, as estratégias de ensino-aprendizagem aplicadas, até a publicação de um livro. Para tanto, como estudo de caso, utilizou-se um manual construído para o ensino da simulação do desempenho de edifícios. Com este trabalho, objetiva-se municiar ao público de autores ávidos por um método detalhado para o desenvolvimento de materiais acadêmicos, em especial aos educadores ligados aos cursos de Engenharia, onde são escassas as pesquisas e publicações nesse sentido.

Palavras-chave: material didático, método, estudo de caso, publicação.

¹ Licenciado en Ingeniería Civil. Especialista en Docencia para la Educación Profesional, Científica y Tecnológica. Máster en Eficiencia Energética y Sostenibilidad. Profesor efectivo del Instituto Federal de Mato Grosso do Sul, Brasil. E-mail: franklin.sousa@ifms.edu.br. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9567-0573>

² Licenciado en Ciencias Biológicas. Máster en Enseñanza de Ciencias. Doctor en Educación. Profesor efectivo del Instituto Federal de Mato Grosso do Sul, Brasil y Profesor colaborador de la Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. E-mail: airton.vinholi@ifms.edu.br. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0024-0528>



Creative Commons Atribución 4.0

Abstract

Write a book for teaching computational tools to students and professionals in the area of Engineering can be a hard work for those interested in doing so. Plus, beyond the complexity of the subject itself and the didactics required for the book, are rare scientific productions available in literature that cover the modes of development of books for educational purposes. Therefore, to meet the need to offer support to potential authors, this article presents the steps that led to the elaboration of a didactic book, involving the step by step for the guide development, the teaching-learning strategies applied, and the process of catalog record and publication of the book. For this purpose, we present, as a case of study, a guide developed for teaching simulation of building performance. With this study, we pretend to provide the future authors a detailed method for the development of academic books, focusing on teachers linked to Engineering courses, where research and publications in this sense are rare.

Keywords: teaching book, method, case study, publishing book.

Introdução

A era digital resultou em significativas mudanças na produção e nos modos de difusão do conhecimento científico (Pacheco et al., 2018). Devido às súbitas e constantes transformações das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC's), Palfrey e Gasser (2011) entendem que o mundo moderno, cada vez mais, impõe aos nativos digitais a necessidade de aquisição de novas competências, habilidades e atualização tecnológica.

Neste contexto, Ciência e Educação desempenham papel fundamental na formação dos futuros profissionais e do novo modus de trabalho. Em se tratando da Engenharia Civil e áreas afins, Jacoski e Schwartz (2005) e Carvalho e Savignon (2012) ponderam que o uso de ferramentas computacionais para o ensino de disciplinas ligadas ao curso é uma realidade cada

vez mais comum e indispensável, tanto aos estudantes quanto aos professores. Isso porque a modelagem computacional é, sobretudo, um modo virtual de expressão e representação de ideias na concepção daquilo que se deseja materializar. Além disso, permite ao estudante avaliar e abstrair as mais diversas possibilidades antes de, efetivamente, realizar qualquer intervenção no mundo real.

No âmbito da física das construções, os mecanismos de simulação do desempenho de edifícios têm angariado destaque. Por sua versatilidade e capacidade de representação da complexidade do mundo tangível, Hensen e Lamberts (2011) afirmam que as ferramentas computacionais de simulação superam em muito as abordagens tradicionais de projeto de engenharia e arquitetura.

Por meio desta ferramenta, o usuário pode avaliar diferentes geometrias e materiais construtivos, as interações entre a edificação e o clima, os mecanismos de transferência de calor para os ambientes internos da envoltória e os comportamentos humanos ao operar os sistemas prediais. No mais, o simulador pode analisar a influência de uma série de outros parâmetros nas respostas termoenergéticas do edifício e propor soluções para a melhoria de seu desempenho.

No entanto, apesar da tecnologia estar consolidada em muitos países, Sousa (2020) identificou uma carência na literatura científica de publicações voltadas ao ensino da simulação, especialmente a usuários que nunca tiveram contato com a ferramenta. Visando supri-los, Sousa e Silva (2021) desenvolveram um material didático que compreende o conteúdo teórico e prático fundamental para o uso da simulação de edifícios, intitulado “Manual de introdução à simulação do desempenho de edifícios – um curso para iniciantes no *software EnergyPlus*TM”.

Contudo, no processo de construção do guia, Sousa (2020) encontrou dificuldades em localizar publicações que versassem sobre “como elaborar” um livro didático, especialmente no

âmbito das Ciências Exatas. Ante o exposto, partindo da premissa de que esta dificuldade possa aplicar-se a outros autores que planejam desenvolver seus próprios materiais didáticos, julgou-se prodente escrever um artigo descrevendo diretrizes e recomendações para o desenvolvimento e publicação de uma obra cujo enfoque seja o ensino. Para tanto, o livro de Sousa e Silva (2021) será utilizado à guisa de ilustração, visando facilitar a compreensão do leitor por meio deste estudo de caso.

Ao antever esta necessidade, objetiva-se, portanto, contribuir com aqueles que planejam conceber materiais educativos, em especial aos professores ligados à rede de ensino nos níveis básico, técnico e superior. Paralelamente, objetiva-se contribuir com a literatura acadêmica que demanda por este tipo de estudo.

Por fim, preconiza-se o entendimento de que o procedimento a seguir será aventado para exemplificação. Cabe ao leitor, portanto, avaliar cada aspecto da metodologia exposta e tomar decisões de acordo com suas pretensões para o material que se pretende desenvolver e conforme os interesses comerciais envolvidos.

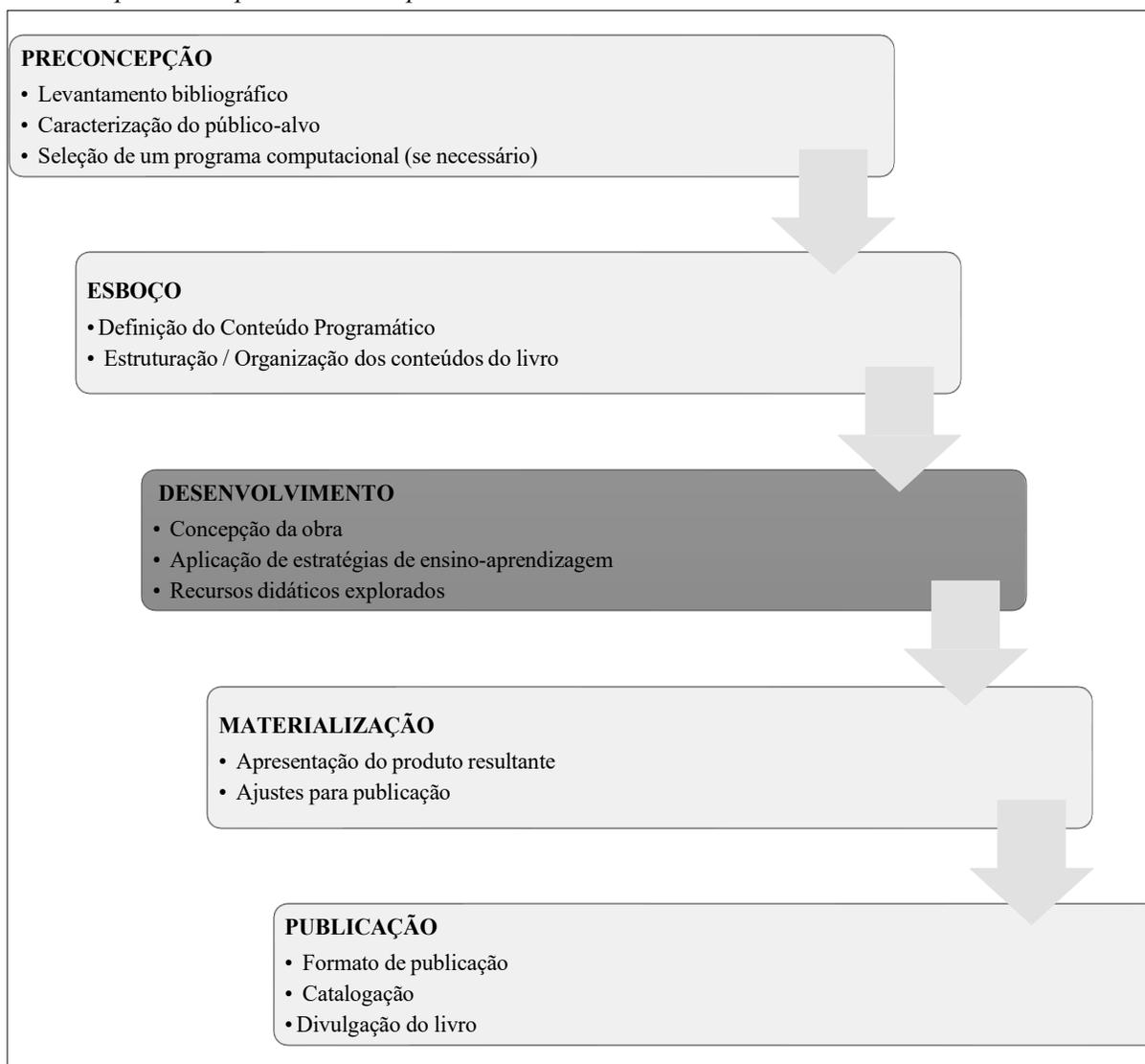
Desenvolvimento

O procedimento para construção de materiais educativos difere-se do convencional baseado na observação e na experimentação comumente praticado nas Ciências Exatas. Devido à sua natureza subjetiva, é baseado em escolhas, tais como: quais matérias serão abordadas e qual será o nível de detalhamento do material, a quem se destinará, qual formato adotar, como e onde será publicado. Para fundamentar estas decisões, é de suma importância recorrer tanto a autores da disciplina propriamente dita, a fim de formar uma sólida base para o referencial teórico do material, quanto à literatura de outras áreas do conhecimento, a fim de extrair ideias, conhecer estruturas e técnicas de ensino-aprendizagem e aprimorar a didática do produto final.

A análise documental, porém, é apenas o início de uma das fases de elaboração de um material de ensino. Conforme destaca Sousa (2020), a metodologia pode ser dividida em cinco etapas principais, que englobam desde a concepção, esboço e desenvolvimento da obra até a materialização e efetiva publicação, sendo os desdobramentos (isto é, as subetapas) de cada qual ilustradas na Figura 1.

Figura 1

Etapas de um procedimento aplicável ao desenvolvimento de um material de ensino



Nota. A figura apresenta o método utilizado no estudo de caso, cabendo a cada autor identificar as etapas que mais se adequam à temática a que se propõe escrever. Fonte: adaptado de Sousa (2020).

Baseado nesta sequência, o presente artigo descreverá, de maneira geral, todos os procedimentos adotados durante cada fase. Casos mais específicos, porém, serão tratados resumidamente, a fim de não tornar morosa a leitura deste trabalho. De todo modo, importa ressaltar que as temáticas adjacentes serão devidamente referenciadas, evitando, assim, prejuízos aos interessados em sua consulta.

No mais, aqueles que desejarem visualizar a obra resultante da aplicação deste método, a qual servirá de base para explanação das etapas a seguir, poderão obtê-la no endereço eletrônico do Programa de Pós-Graduação em Eficiência Energética e Sustentabilidade da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), disponível em: < <https://ppgees.ufms.br/publicacoes/> >.

Preconcepção

Nesta etapa, foi investigada a literatura que trabalha o assunto específico que se deseja ensinar (no caso, a simulação do desempenho de edifícios). Analogamente, investigou-se a literatura relacionada à Educação, com foco no tema da “Didática”, com intuito de identificar estratégias de ensino-aprendizagem aplicáveis ao material a ser produzido.

Em um primeiro momento, conhecer o panorama e tendências das publicações próprias da área permite ao autor verificar a existência e a quantidade de materiais semelhantes ao que se pretende desenvolver, o nível de detalhamento, o conhecimento já sedimentado, as novidades no assunto e detectar pontos fortes e aspectos aprimoráveis nos trabalhos existentes.

Outrossim, é possível colher ideias para a organização do conteúdo-programático e de formatos para apresentação do livro, além de outros tópicos cuja relevância depende da área objeto de estudo: ferramentas computacionais diversas (*softwares*, aplicativos e plataformas web), jogos, normativas técnicas etc. Ademais, possibilita ao autor não replicar informações de

domínio público que poderiam ser facilmente acessadas pelo leitor por meio de uma simples recomendação de leitura.

Em um segundo momento, investigar a literatura que servirá de base para a construção didática do livro possibilita ao autor examinar diversas linhas de pensamento na Educação, as respectivas estratégias de ensino-aprendizagem propostas por cada abordagem e os modos de como implementá-las no material de ensino.

Nesse sentido, Sousa (2020) optou por aplicar em seu manual as técnicas consolidadas das Ciências da aprendizagem, a saber: prática espaçada, intercalação, lembrança, elaboração, exemplos concretos e codificação dupla. Para maiores informações sobre a significação e os objetivos de cada uma, consultar o trabalho do referido autor.

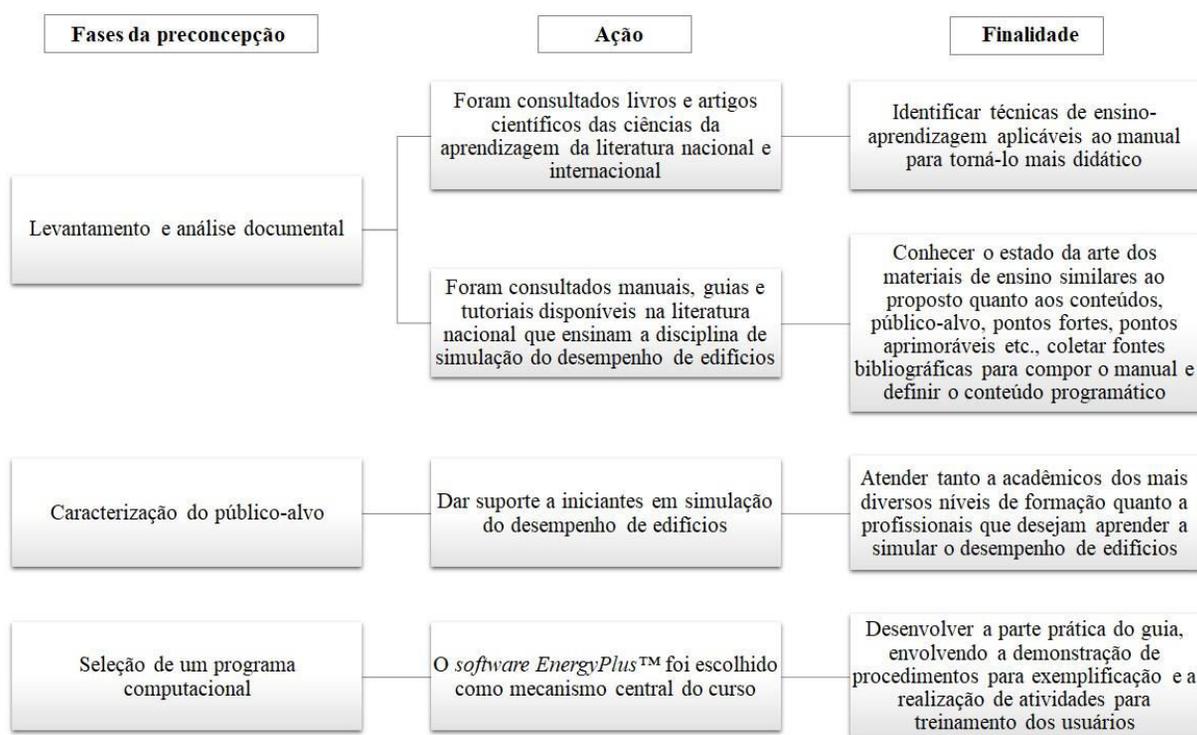
Outro ponto da etapa de concepção que merece destaque é a definição do público-alvo. Nesse sentido, é importante identificar se existe uma demanda pelo material proposto e se esta já não fora atendida por outra obra semelhante. Esta verificação poderá ser realizada dos mais diversos modos, tais como: análise documental da disciplina, aplicação de questionários, entrevistas, consultas a editoras, entre outros.

No caso específico do manual, Sousa (2020) constatou uma carência na literatura quanto a materiais didáticos de simulação orientados ao ensino de iniciantes. Em sentido restrito, este público é compreendido por diferentes atores, a saber: acadêmicos e professores dos cursos de Engenharias, profissionais da área, empresas e organismos de avaliação do nível de eficiência energética das edificações, pesquisadores e, ainda, usuários independentes.

Ademais, para o ensino da disciplina, o autor teve de selecionar *software* de simulação. Dentre as opções disponíveis, o *EnergyPlus*TM foi escolhido. Os critérios que conduziram Sousa (2020) a optar por este programa são apresentados em sua obra. No entanto, vale ressaltar que a

escolha deve estar atrelada tanto à capacidade técnica da ferramenta quanto à interatividade do mecanismo com o usuário em si, bem como a liberdade e autonomia conferidas ao aprendiz na manipulação dos parâmetros de entrada e de saída. Com isso, o interessado poderá desenvolver suas habilidades, ao invés de meramente reproduzir o que lhe é passado. A Figura 2 resume a finalidade de cada fase da preconcepção, conforme o exposto nesta seção.

Figura 2. Síntese da Etapa de Pré-concepção adotada para o estudo de caso



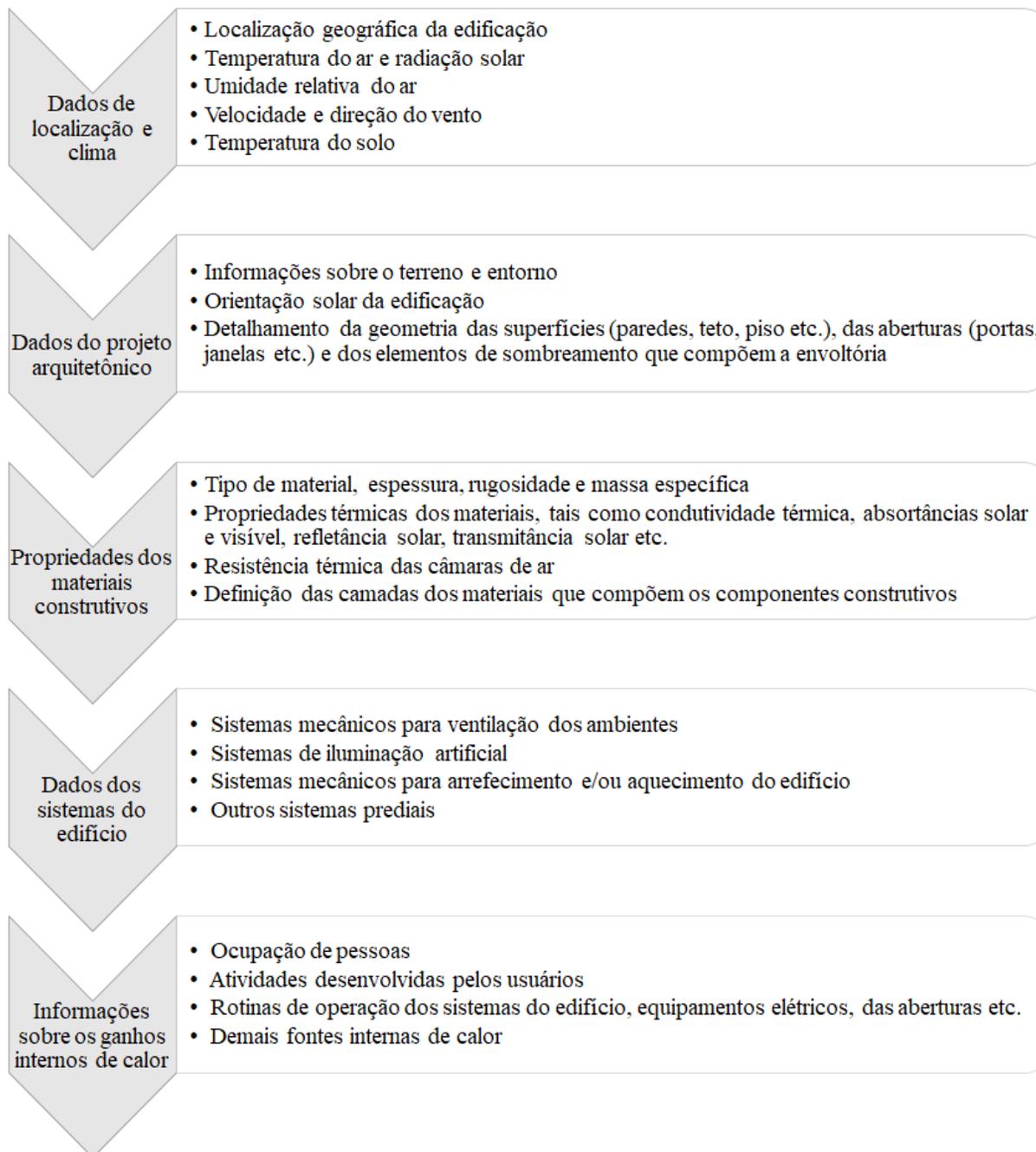
Nota. A figura resume as fases utilizadas na preconcepção do manual. Fonte: Sousa (2020).

Esboço

Nesta fase, inicia-se o delineamento do material, envolvendo a definição e organização dos conteúdos e a estruturação do formato de apresentação. Evidentemente, o esboço dependerá do assunto a ser abordado. No caso do manual, constatou-se que os dados de entrada (*inputs*) da simulação poderiam ser agrupados de acordo com sua finalidade em cada estágio da modelagem. O modelo, por sua vez, poderia ser alimentado seguindo esta mesma sequência de disposição dos

inputs. A fim de facilitar a compreensão do leitor, a Figura 3 sintetiza os parâmetros de entrada para a simulação do desempenho de edifícios.

Figura 3. *Resumo dos inputs utilizados na simulação do desempenho de edifícios*



Nota. A figura apresenta os principais parâmetros de entrada necessários para rodar uma simulação do desempenho de edifícios em um programa computacional. Fonte: Sousa (2020).

Tal arranjo permitiu a estruturação do guia em formato modular, o qual mostrou-se bastante apropriado para a organização dos temas. Em outras palavras, à medida em que os conteúdos eram introduzidos ao aprendiz, o modelo base (ou arquétipo) era alimentado com as novas informações inseridas pelo usuário.

A partir dos grupos de *inputs* apresentados na Figura 3, foram esboçados cinco módulos para o manual, cujos títulos e objetivos planejados encontram-se assinalados no Quadro 1.

Quadro 1. *Títulos e objetivos planejados para cada módulo do manual*

Módulo	Objetivos planejados
Módulo I Primeiros passos	Introduzir os conceitos fundamentais ligados à simulação do desempenho de edifícios e orientar o estudante na instalação do programa <i>EnergyPlus</i> TM
Módulo II O clima	Apresentar as principais variáveis climáticas envolvidas na simulação e orientar o usuário na interpretação dos dados climáticos
Módulo III A primeira simulação	Iniciar a lida com o ambiente de trabalho do <i>EnergyPlus</i> TM , auxiliando o aprendiz a configurar e “rodar” uma simulação
Módulo IV A superfície	Possibilitar ao educando compreender os mecanismos de transferência de calor para o interior das edificações; ensiná-lo a modelar uma superfície de parede e os materiais construtivos que a compõe e simulá-la
Módulo V A zona térmica	Trazer ao conhecimento do aprendiz as fontes de ganhos de calor interno e orientá-lo na configuração das rotinas de ocupação e operação dos sistemas do edifício no <i>EnergyPlus</i> TM

Nota. O quadro em questão ilustra as metas esboçadas para o estudo de caso, cabendo a cada autor traçar os objetivos condizentes com o tema da obra que se propõe escrever. Fonte: Adaptado de Sousa (2020).

Como a simulação envolve, simultâneamente, o ensino de uma disciplina e de uma habilidade, foi necessária uma solução que conciliasse a teoria e a prática requeridas de um simulador do desempenho de edifícios. Para tanto, cada módulo foi desdobrado em Capítulos, incumbidos do referencial teórico e, na sequência, “Roteiros”, assim chamados os tutoriais para treinamento dos usuários.

Este formato simultâneo de Capítulos e Roteiros foi pensado para que ambos atuassem indissociavelmente no processo de ensino-aprendizagem: assim, o educando lê os conteúdos e os procedimentos, compreende-os e, em seguida, coloca-os em prática. Espera-se, com isso, que o indivíduo aprenda aquilo que lhe está sendo ensinado, embora esta hipótese restrinja-se a uma expectativa, pois, conforme cita Campos (2014), aprender é algo de cunho pessoal (e, portanto, intransferível).

A Figura 4 ilustra o processo de construção do conhecimento idealizado para cada um dos módulos que compõem o manual.

Figura 4. *Processo de construção do conhecimento praticado em cada módulo do manual*



Nota. As etapas constantes na figura 4 são essenciais para materiais voltados ao ensino de uma habilidade, cabendo a cada autor idealizar atividades práticas em sua obra. Fonte: Sousa (2020).

Desenvolvimento

Uma vez delineado o escopo, inicia-se o desenvolvimento do material didático. Nesta etapa, alguns elementos são indispensáveis em se tratando de produções científicas. Outros, por sua vez, não são obrigatórios.

Nesse sentido, a NBR 14.724 (ABNT, 2011) é a norma de referência brasileira acerca da documentação e apresentação de trabalhos acadêmicos, englobando os itens obrigatórios e não obrigatórios em trabalhos de conclusão de curso. Por este motivo, a referida normativa foi usada como documento norteador para organização e formatação do manual. Logo, recomenda-se ao leitor identificar os documentos técnicos de referência utilizados no âmbito de seu país.

Muitos destes elementos textuais e pós-textuais, inclusive, podem ser encontrados em trabalhos acadêmicos das mais diversas áreas do conhecimento, tais como: capa, folha de rosto, epígrafe, resumo, listas (de ilustrações, tabelas, abreviaturas, siglas etc.), sumário, introdução, desenvolvimento, conclusão, referências bibliográficas, anexos e apêndices. Soando a isso, um livro deve possuir ainda elementos para catalogação, registro da obra e salvaguarda dos direitos autorais, incluindo os dados de cópia, ficha catalográfica, o corpo editorial, apoio pedagógico (se houver), código de barras (caso trate-se de um produto comercializável), entre outros aspectos.

Diante disso, nas seções subsequentes serão apresentados os recursos utilizados para o desenvolvimento do manual objeto de estudo neste artigo. Para maiores informações, consultar a normativa NBR 14.724 (ABNT, 2011) e o trabalho de Sousa (2020).

Elementos pré-textuais

Foram elaborados os seguintes tópicos para o manual:

- I. Capa, contendo título, subtítulo e nome dos autores. A arte da capa foi realizada pelo autor principal;
- II. Folha de rosto, contendo título, subtítulo e o *site* para *download* do material;
- III. Ficha catalográfica, contendo os códigos de Cutter-Sanborn, CDD (Classificação Decimal de Dewey) e, principalmente, o código ISBN (*International Standard Book Number*). Os dois primeiros são usados para classificação da obra quanto à área (ou áreas) do conhecimento. Já o código ISBN, além destas funções, possibilita também a identificação do livro (assegurando que a obra é única), dos autores (protegendo sua propriedade intelectual), da editora e edição, do local e ano de publicação;
- IV. Dados de *CopyRight*© (direito de cópia) e um resumo do currículo dos autores;
- V. Epígrafe, contendo uma citação direta de livro referência na área de simulação;

VI. Prefácio, contendo uma apresentação do material e de itens informativos criados especificamente para o manual (os quais serão tratados posteriormente), e;

VII. Sumário, contendo uma lista dos títulos, subtítulos e números de página.

Elementos textuais

Nesta fase, os módulos que compõem o manual foram elaborados. A estrutura adotada foi padronizada da seguinte maneira: Capa do Módulo, contendo a respectiva numeração e título em cor característica:

- I. Seção “Neste Módulo você aprenderá”, contendo um prenúncio dos conteúdos a serem estudados;
- II. Capítulos teóricos específicos do tema;
- III. Roteiros práticos, para treinamento do conteúdo recém-estudado;
- IV. Seção “Agora é com você”, uma espécie de “dever de casa” para o estudante;
- V. Referências bibliográficas..

Ademais, foram utilizadas cores a fim de melhor distinguir as unidades, sendo atribuídos tons de:

- Azul para o Módulo I;
- Verde para o Módulo II;
- Roxo para o Módulo III;
- Vermelho para o Módulo IV, e;
- Alaranjado para o Módulo V.

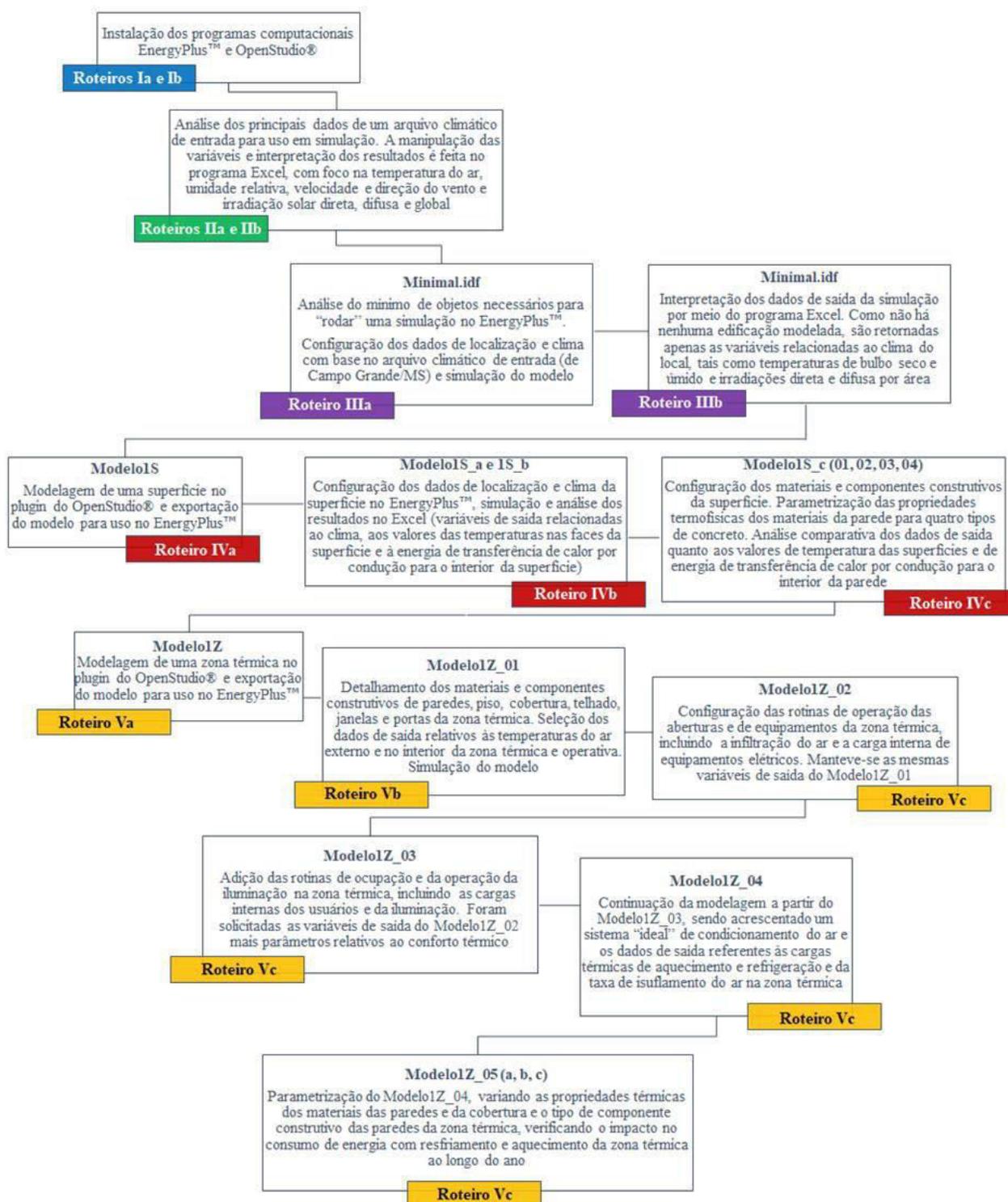
Ao final, onze Capítulos e doze Roteiros foram desenvolvidos, conforme a distribuição apresentada no Quadro 2 e no fluxograma da Figura 5, respectivamente.

Quadro 2. *Descrição dos capítulos desenvolvidos para composição do manual*

Módulo	Capítulo	Síntese do conteúdo
I	1 – Introdução	Desafios enfrentados pelo ambiente construído no século XXI e a importância da simulação de edifícios neste contexto.
	2 – A simulação do desempenho de edificações	Conceitos básicos sobre o significado de modelos e sobre “o que é” a simulação de edifícios. Exemplos de aplicação da ferramenta durante as fases de projeto e em outros campos da ciência. Vantagens e limitações do uso de simulação computacional. Histórico da tecnologia até sua consolidação.
	3 – O <i>EnergyPlus</i> TM	Histórico do <i>software</i> . Como o <i>EnergyPlus</i> TM “funciona” e os modelos matemáticos para cálculo do balanço de energia.
II	4 – O arquivo climático	Os tipos de arquivo climático para uso em simulação de edifícios. As variáveis contidas em arquivos climáticos.
III	5 – Conhecendo o “Mínimo” do <i>EnergyPlus</i> TM	Os componentes básicos do <i>EnergyPlus</i> TM . Os editores de arquivo extensão “.idf” do <i>EnergyPlus</i> TM . Atalhos, funcionalidades e “botões” do programa. Unidades de medidas para os principais <i>inputs</i> .
IV	6 – Os mecanismos de transferência de calor para as edificações	Conceitos de envoltória, zona térmica e superfície. Mecanismos de transferência de calor atuantes nas superfícies.
	7 – As propriedades térmicas dos materiais	Principais propriedades térmicas dos materiais construtivos. Bases de dados das propriedades térmicas dos materiais.
V	8 – O balanço térmico	Conceito do balanço térmico da envoltória. Fontes de ganhos de calor no interior da edificação.
	9 – O comportamento do usuário	A influência do usuário no desempenho da edificação. Base de dados das cargas de ocupação, iluminação e equipamentos elétricos.
	10 – As rotinas de operação no <i>EnergyPlus</i>	Detalhamento dos objetos referentes às rotinas que expressam a ocupação e o uso dos sistemas do edifício.
	11 – As cargas internas no <i>EnergyPlus</i>	Detalhamento dos objetos que representam os ganhos internos pelas cargas de: ocupação de pessoas, iluminação e equipamentos.

Nota. O quadro 2 é um resumo do conteúdo de cada capítulo, cabendo aos interessados consultar a obra na íntegra para visualização de todos os assuntos abordados. Fonte: Adaptado de Sousa (2020).

Figura 5. Fluxograma das atividades práticas desenvolvidas para cada Roteiro



Nota. A figura 5 sintetiza os modelos desenvolvidos para treinamento dos aprendizes, englobando desde a inserção dos *inputs* mais básicos até a simulação completa de um edifício. Fonte: Sousa (2020).

Os roteiros foram desenvolvidos da perspectiva de um iniciante sob a lógica da modelagem passo-a-passo. Neste formato, os modelos são alimentados paulatinamente pelo usuário à medida que a teoria vai se tornando mais densa e complexa. Logo, os arquétipos de cada Roteiro são versões consequentes de um modelo básico, incrementado e refinado com base nos novos conteúdos aprendidos ao longo de cada Módulo.

Para caracterização da progressão dos arquétipos, optou-se pela utilização da palavra “Modelo” seguida de terminações combinadas de números, caracteres maiúsculos e caracteres minúsculos. Por exemplo, “Modelo1S” denota um arquétipo de uma superfície, assim como o “Modelo1Z” remete a um modelo de uma zona térmica. As terminologias “a”, “b”, “c” e “01”, “02”, “03” etc., por sua vez, representam tanto as variações quanto a evolução / atualização de um mesmo modelo.

Além disso, foram desenvolvidos oito exercícios para compor o manual, sendo quatro teóricos e quatro práticos. Estas atividades são uma extensão dos exemplos de treinamento do usuário, visto que também seguem o formato da “modelagem passo-a-passo” aplicada aos roteiros. O Quadro 3 sintetiza a proposta dos exercícios contidos em cada módulo do guia.

Quadro 3. *Atividades práticas desenvolvidas no estudo de caso*

Mód.	Tipo	Proposta do exercício
I	Teórico	Fixar conteúdos teóricos, tais como: “o que é” e “como é aplicada” a simulação do desempenho de edifícios; quais as principais vantagens de aplicação da ferramenta e o que é um programa computacional de simulação termoenergética.
II	Prático	<p>Analisar, por meio de tabelas e gráficos, as principais variáveis climáticas de duas localidades distintas do Brasil, interpretando os dados a partir dos valores máximos, médios e mínimos registrados em cada município ao longo dos dias e meses do ano.</p> <p>Avaliar, por meio de cartas bioclimáticas, quais as estratégias bioclimáticas mais eficientes para promover o conforto térmico dos ocupantes das edificações destes locais durante o maior número de horas possível no ano.</p>
III	Prático	Configurar, no <i>EnergyPlus</i> TM , parâmetros de localização e clima de um município a partir do arquivo “Minimal.idf” e analisar as variáveis de saída relacionadas ao clima do local, com relação às variáveis de temperatura do ar externo, irradiações direta e difusa por área e velocidade do vento.
IV	Prático	Modelar, no <i>plugin</i> do OpenStudio®, uma superfície representando uma parede e, no <i>EnergyPlus</i> TM , configurar os dados de localização e clima de determinado município e os materiais construtivos (e as propriedades térmicas) para dois componentes: uma parede espessa e uma parede com câmara de ar (ambos são modelos equivalentes, originários de uma alvenaria convencional de tijolos cerâmicos). Em seguida, simular os modelos, comparar as médias diárias e mensais de temperatura nas faces interna e externa da superfície e, com base nos resultados, apresentar os níveis de similaridade entre as paredes.
V	Prático	Modelar e caracterizar, no <i>plugin</i> OpenStudio®, uma zona térmica situada em um determinado município e, no <i>EnergyPlus</i> TM , configurar a localização e o clima, os materiais e componentes construtivos, as rotinas de ocupação e operação, as cargas internas e um sistema de condicionamento do ar. Como variáveis de saída, configurar os valores horários da temperatura de bulbo seco externa, da temperatura operativa e do consumo total de energia com climatização artificial. Analisar os dados pós-simulação por meio de tabelas e gráficos e comparar os resultados com o gabarito.

Nota. O quadro apresentado descreve as propostas de exercícios idealizados para cada módulo do manual. Para maiores informações sobre o teor de cada atividade, consultar a obra na íntegra. Fonte: Sousa (2020).

Elementos pós-textuais

Nesta etapa, foram desenvolvidos dois apêndices a fim de complementar os conteúdos das unidades II e IV.

O apêndice do Módulo II abarca temas relacionados: às possibilidades de aplicação de variáveis climáticas; ao uso de simulação do desempenho de edifícios em metodologias de zoneamento climático, e; ao uso de programas computacionais, aplicativos e plataformas web para geração de cartas bioclimáticas, incluindo a interpretação das estratégias mais adequadas para o projeto passivo em cada localidade.

Já o apêndice do Módulo IV apresenta tutoriais de cálculo: das propriedades térmicas dos materiais construtivos, baseado no método da NBR 15.220 (ABNT, 2005), e; da espessura equivalente de componentes construtivos para uso no *EnergyPlus*TM.

Estratégias de ensino-aprendizagem

Objetivando tornar mais didático o material de ensino, foram aplicadas estratégias de ensino-aprendizagem em todos os módulos e apêndices do manual.

Nesse sentido, Sousa (2020) optou pelas abordagens das ciências da aprendizagem e educação, tomando como base os trabalhos de Carey (2014), Piovesan et al. (2018), Weinstein et al. (2018), por exemplo. Para maiores informações acerca dos autores e dos trabalhos científicos que fundamentaram o arcabouço teórico e as práticas de ensino-aprendizagem utilizadas no guia objeto deste estudo, ver citações e referências em Sousa (2020).

A fim de facilitar a compreensão da implementação das principais estratégias utilizadas no estudo de caso, o Quadro 4 ilustra com alguns exemplos os modos como foram aplicadas cada técnica ao longo do manual.

Quadro 4. Técnicas de ensino-aprendizagem utilizadas no manual

Estratégias	Modos de aplicação	Exemplos de aplicação
Prática espaçada	Os conteúdos-chave de um módulo são evocados em outros módulos que não necessariamente estejam centrados no assunto que está sendo estudado naquele momento	<p>Ao compreender que o programa computacional <i>EnergyPlus</i>TM é um modelo, o usuário acaba reestudando o significado de modelo, um importante conceito introduzido a priori em outro capítulo.</p> <p>Toda modelagem demonstrada em um novo Módulo busca referências nos conteúdos anteriores, de modo que o aprendiz sempre tem de inserir dados de entrada em uma sequência lógica: (i) clima; (ii) clima + materiais; (iii) clima + materiais + rotinas; (iv) clima + materiais + rotinas + cargas internas, e assim por diante. O mesmo vale para os dados de saída.</p>
Intercalação	Os roteiros entremeiam a sequência da teoria geral da disciplina. Nos roteiros, o usuário tem a oportunidade de observar a resolução de um problema e solucioná-lo paralelamente, conforme a prática de exemplo e teste	<p>Para rememorar o conteúdo teórico, o usuário deve responder exercícios de fixação após os roteiros práticos. Já para atingir o resultado observado em uma atividade prática, o estudante pode consultar o procedimento de exemplo constante no roteiro enquanto realiza o “teste”.</p> <p>As atividades são intercaladas e retomadas um ou dois capítulos depois, a fim de que o usuário tenha ciência do que foi feito e do que será feito a partir de então.</p>
Lembrança	O usuário tem de resgatar na memória conhecimentos para solucionar um novo problema ou para entender um conceito introduzido	<p>Para manipular os <i>outputs</i> do “Minimal.idf”, são requeridas análises de dados climáticos (conteúdo estudado no Módulo anterior). Estas são omitidas propositalmente, forçando o educando a se lembrar das práticas necessárias para conseguir interpretar os resultados então apresentados.</p> <p>Em outro exemplo, é sugerido ao estudante resolver os exercícios de fixação do Módulo I de maneira análoga ao uso de <i>flashcards</i>, forçando-o a trazer à mente o conteúdo já aprendido. Além disso, constantemente são evocados conceitos e figuras de módulos anteriores, utilizando palavras-chave como “lembra”, “rememore” e “note”.</p>
Elaboração	O novo tema é conectado aos conhecimentos preexistentes por texto e por imagens. Antes de ser apresentado um conceito, são feitas perguntas ao educando de modo a conduzi-lo à reflexão	<p>Pergunta-se ao estudante: “você sabe como o <i>EnergyPlus</i> funciona?”. Após a explicação em texto, tem-se a representação em imagem do que acabara de ser abordado.</p> <p>Outros exemplos são o uso de “notas adesivas” contendo a descrição dos conceitos fundamentais de cada módulo e a exposição do “hype cycle” da simulação, o qual ilustra de maneira visual e intuitiva os estágios da tecnologia ao longo do tempo, desde sua origem até consolidação.</p>
Exemplos concretos	Exemplos tangíveis são apresentados em texto ou imagens para que o usuário possa visualizar o fenômeno objeto de estudo	São apresentadas edificações gregas da ilha de Santorini para ilustrar como o uso de cores de baixa absorvância solar diminuem o ganho de calor pela envoltória e o consumo de energia com refrigeração dos ambientes internos. Este exemplo é combinado com a presença de um “simulador iniciante”, a fim de facilitar a memorização da cena por parte do usuário. Depois, tem-se a explicação em texto relativa à chamada da imagem.
Codificação dupla	São utilizados esquemas ou fluxos para representar um conjunto de ideias ou passos de determinado processo	<p>Os parâmetros de entrada usualmente requeridos pelos programas de simulação do desempenho de edifícios são resumidos em um fluxo enquanto que os modos de aplicação da ferramenta em um infográfico.</p> <p>Os passos para modelagem das superfícies de uma zona térmica são conectados por setas e, em alguns casos, são incluídos recortes das ferramentas de desenho utilizadas para realização de cada etapa.</p>

Nota. O presente quadro descreve quais são e como foram aplicadas cada uma das estratégias de ensino-aprendizagem utilizadas na construção do aspecto didático do manual. Fonte: Adaptado de Sousa (2020).

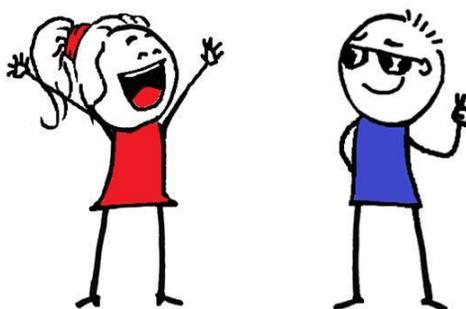
Cabe pontuar que as estratégias de ensino-aprendizagem apresentadas não configuram a recomendação de um referencial teórico específico, pois considerando a natureza e a sequência estabelecida para o desenvolvimento deste trabalho, intencionou-se aprimorar a didática no campo de pesquisa traçado, conforme detalhamento que consta no procedimento metodológico até então aventado. Ademais, o trabalho não teve como objeto verificar a evolução conceitual de estudantes em uma determinada sequência de ensino, o que fomenta ainda mais a importância do ineditismo da pesquisa.

Outros recursos didáticos

Foram exploradas estratégias didáticas além das apresentadas na subseção anterior. Estas vão desde o modo de escrita em primeira pessoa (visando estreitar a comunicação com o leitor), até a criação de personagens, ícones e símbolos (concebidos para chamar a atenção do usuário para determinados assuntos).

Os personagens ilustrados representam dois simuladores iniciantes que acompanham o estudante nos mais diversos contextos. Seu uso está atrelado principalmente à composição de figuras, a fim de torná-las mais chamativas, e; ícones, visando estabelecer padrões facilmente reconhecíveis pelo leitor. A Figura 6 apresenta as personagens desenhadas para o manual.

Figura 6. *Personagens criados exclusivamente para o manual*



Nota. Os personagens apresentados na figura 6 representam mais um recurso didático para uso em contextos diversos, podendo ser visualizados ao longo de todo o manual. Fonte: Sousa (2020).

Os ícones, por sua vez, são elementos de chamada para o texto e possuem finalidades diversas, tais como: dicas, pontos que exigem cautela, observações relevantes ao conteúdo, recomendações de leitura, atividades práticas e enunciado de exercícios. Cada ícone apresenta uma representação singular da personagem de acordo ao contexto a que se refere, conforme exemplificado no Quadro 5.

Quadro 5. Ícones desenvolvidos para o manual



Atenção!!! Faz uma chamada ao leitor para que atente-se a determinado assunto que mereça destaque pela relevância.



Dica!!! Aponta recursos que facilitam ao leitor compreender o conteúdo e a realizar procedimentos específicos no *software*.



Observação!!! Traz mais detalhes ao leitor quanto ao uso de algum termo, expressão, curiosidade ou informação relevante, funcionando também como uma nota de rodapé.



Para saber mais!!! Apresenta recomendações de leitura relativas ao conteúdo que está sendo trabalhado, caso seja de interesse do leitor aprofundar-se em determinado tema.



É hora de praticar!!! Atividades desenvolvidas para testar as habilidades do aprendiz e rememorar os conteúdos então estudados.

Nota. A figura ilustra os ícones concebidos como recurso didático do manual, a fim de chamar a atenção do leitor e enriquecer os conteúdos abordados ao longo do guia. Fonte: Sousa e Silva (2021).

Materialização e publicação

Uma vez findado o desenvolvimento, o autor deverá decidir de que forma publicizará o produto resultante: se no formato físico (livro impresso) ou digital. Nesta fase, o autor poderá apresentá-lo a uma editora ou, ainda, publicá-lo como um editor independente. Em todo caso, é importante a realização de consulta prévia a especialistas na área de estudo, a fim de certificar-se da não existência de erros ou incoerências no texto, se o livro está apropriado para o ensino daquilo que se propõe, bem como identificar aspectos passíveis de aprimoramento. Logo, é possível providenciar os ajustes antes da publicação, evitando futuros dessabores. Além disso, o suporte pedagógico aumenta a credibilidade da obra frente ao público-alvo e frente à editora interessada em sua publicação.

Outro ponto que merece destaque é o fato de que muitas das obras publicadas por autores independentes não apresentem ficha catalográfica. Tal ficha é de suma importância para a proteção da propriedade intelectual dos autores. Isso porque, dentre as informações que compõem os dados de catalogação, está o código ISBN. Em suma, o ISBN trata-se de uma combinação única de dígitos (utilizada em todo o mundo) cuja finalidade é identificar o(s) responsável(is) e o título da obra, o país em que foi produzida, a editora e a edição, de modo a evitar ou possibilitar a constatação de plágios. Além disso, a ficha padroniza a catalogação do livro no âmbito nacional e internacional, bem como facilita sua busca e controle em acervos de bibliotecas, sejam estes físicos ou digitais.

Definido o formato, também deve ser levado em consideração o modo como a obra será comercializada e divulgada à comunidade. As editoras, normalmente, têm seus interesses regidos por contrato. Ademais, contam com suas próprias estratégias de *marketing* e venda. No caso das

produções independentes, o autor deverá avaliar o investimento necessário e as expectativas de retorno financeiro (caso haja interesse na comercialização).

Outrossim, o autor deverá ponderar sobre os meios de divulgação da obra, a qual poderá ser disponibilizada em *sites* especializados, nas mídias sociais, em livrarias ou em bibliotecas municipais, de escolas ou universidades, tanto públicas quanto privadas. No estudo de caso, especificamente, optou-se pela publicação independente, em formato digital (*Ebook*). Tal escolha visou dar celeridade à publicação, reduzir custos com impressão e, principalmente, facilitar o acesso à comunidade de forma totalmente gratuita.

O livro foi registrado sob o ISBN nº 978-65-00-21099-6 e pode ser acessado e baixado a partir do repositório eletrônico do Programa de Pós-Graduação em Eficiência Energética e Sustentabilidade (PPGEES) da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), disponível em: < <https://ppgees.ufms.br/publicacoes/repositorio-ppgees/producao-tecnica-tecnologica/> >.

Considerações finais

Este artigo científico sistematizou o procedimento utilizado para produção, catalogação e publicação de um material didático, tomando como exemplo todos os passos que conduziram à elaboração de um manual orientado ao ensino de iniciantes em simulação do desempenho de edifícios.

Espera-se, com isso, municiar potenciais autores que planejam elaborar ou que já estejam em fase de construção de seus próprios materiais didáticos, mas que têm encontrado dificuldades devido à carência de publicações científicas que os auxiliem no decorrer do processo. Do mesmo modo, este trabalho poderá vir a ser útil àqueles que já desenvolveram livros, guias, manuais ou apostilas, mas que ainda não realizaram seu devido registro catalográfico, a fim de que sejam conscientizados da importância de salvaguardar sua propriedade intelectual.

Referencias

- ABNT (2005). *NBR 15.220: Desempenho térmico de edificações*. Associação Brasileira de Normas Técnicas.
- ABNT (2011). *NBR 14.724: Informações e Documentação - Trabalhos acadêmicos-Apresentação*. Associação Brasileira de Normas Técnicas.
- Campos, D. M. S. (2014). *Psicologia da Aprendizagem* (41ra edición). Editorial Vozes.
- Carey, B. (2014). *How we learn: the surprising truth about when, where, and why it* (1ra edición). Editorial Random House.
- Carvalho, R. S., Savignon, A. P. (2012). O professor de projeto de arquitetura na era digital: desafios e perspectivas. *Gestão e Tecnologia de Projetos*, 6(2), 4–13.
- Hensen, J. L. M., Lamberts, R. (2011). *Building performance simulation for design and operation* (1ra edición). Editorial Spon Press.
- Jacoski, C. A., Schwartz, E. (2005). O uso de ferramentas computacionais e de TIC em cursos de graduação demandado pelo ensino de projeto. [XXXIII Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia], Campina Grande, Brasil.
- Pacheco, R. C. S., Nascimento, E. R., Weber, R. O. (2018). Digital science: cyberinfrastructure, e-Science and citizen science. En: North, K., Maier, R., Haas, O. (Eds), *Knowledge Management in Digital Change: New Findings and Practical Cases* (pp. 377-388). Editorial Springer.
- Palfrey, J., Gasser, U. (2011). *Nascidos na era digital: entendendo a primeira geração de nativos digitais* (1ra edición). Editorial Penso.
- Piovesan, J., Ottonelli, J. C., Bordin, J. B., Piovesan, L. (2018). *Psicologia do desenvolvimento e da aprendizagem* (1ra edición). Editorial UFSM - Universidade Federal de Santa Maria.

- Sousa, F. P. (2020). *Desenvolvimento de um manual para iniciantes em simulação do desempenho de edifícios* [Tesis de maestría], Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Programa de Pós-Graduação em Eficiência Energética e Sustentabilidade. <https://posgraduacao.ufms.br/portal/trabalho-arquivos/download/8311>
- Sousa, F. P., Silva, A. S. (2021). *Manual de introdução à simulação do desempenho de edifícios - um curso para iniciantes no software EnergyPlus™* (1ra edición). Editorial UFMS - Universidade Federal de Mato Grosso do Sul.
- Weinstein, Y, Madan, C. R., Sumeracki, M. A. (2018). Teaching the science of learning. *Cognitive Research: Principles and Implications*, 3(1), 1–17.