

ERGONOMIA DO AMBIENTE VIRTUAL - AVPIMA

**Luis Gustavo Olnei Rodrigues Melo¹
Izabel Cristina Silva Xavier²**

Resumo

O artigo apresenta a avaliação multicritério da ergonomia do Ambiente Virtual da Diretoria de Patrimônio Imobiliário e Meio Ambiente (AVPIMA). A Diretoria de Patrimônio Imobiliário e Meio Ambiente (DPIMA) tem utilizado o AVPIMA como importante meio de disseminação de conhecimento dos temas afetos ao patrimônio imobiliário e ao meio ambiente no âmbito do Exército Brasileiro (EB). A metodologia utilizada foi a multicritério de apoio à decisão construtivista (MCDA-C). Para tanto, foi constituída uma equipe de especialistas em educação corporativa, que elencaram cinco critérios para efetuar a pesquisa de campo. A coleta de dados foi considerada satisfatória por ter 1138 respondentes de um total de 9100 usuários. Os resultados obtidos, em uma escala de 0 a 10, foram: Sistema de Cadastro atingiu a nota 9,03; Usabilidade logrou a nota 8,28; Infraestrutura de Tecnologia da Informação obteve a nota 8,11; Confiabilidade pontuou 7,89; Meios de Suporte ao Usuário atingiu a nota 8,58; e a Avaliação Global alcançou a nota 8,34, considerada satisfatória. A contribuição do presente estudo, para o EB, foi a construção do modelo de avaliação multicritério construtivista para o AVPIMA, na busca pelo *benchmarking*, que possibilita aferir, quantitativamente, as percepções dos usuários do AVPIMA em relação ao estágio atual da ergonomia.

Palavras chaves: Educação Corporativa; Ergonomia; Ambiente Virtual de Aprendizagem; Análise Multicritério; MCDA; *Benchmarking*; AVPIMA.

ERGONOMICS OF THE VIRTUAL ENVIRONMENT - AVPIMA

Abstract

The article presents the multicriteria evaluation of the ergonomics of the Virtual Environment of the Directorate of Real Estate and Environment (AVPIMA). The Directorate of Real Estate Patrimony and Environment (DPIMA) has used AVPIMA as an important means of disseminating knowledge on topics related to real estate heritage and the environment within the Brazilian Army (EB). The methodology used was the multicriteria decision analysis (MCDA-C). To this end, a team of specialists in corporate education was created, which listed five criteria for conducting the field research. Data collection was considered satisfactory as it had 1138 respondents out of a total of 9100 users. The results obtained, on a scale from 0 to 10, were: Registration System reached 9.03; Usability achieved score 8.28; Information Technology Infrastructure scored 8.11; Reliability scored 7.89; Means of User Support reached 8.58; and the Global Assessment reached grade 8.34, considered satisfactory. The

¹ Mestre em Operações Militares pela Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais. E-mail: olnei2000@gmail.com.

² Professora Orientadora. Mestre em Administração. Especialista em Gestão de Pessoas com ênfase em Gestão por Competências. Especialista em Psicopedagogia. E-mail: izabel.xavier@yahoo.com.

contribution of this study, for EB, was the construction of the constructivist multicriteria assessment model for AVPIMA, in the search for benchmarking, which allows to measure, quantitatively, the perceptions of AVPIMA users in relation to the current stage of ergonomics.

Keywords: Corporate Education; Ergonomics; Virtual learning environment; Multicriteria Analysis; MCDA; Benchmarking; AVPIMA.

1 INTRODUÇÃO

Face às novas competências impostas em 2012 pela Política Nacional de Defesa (PND) e a Estratégia Nacional de Defesa (END), o Exército Brasileiro (EB) calcou o seu processo de transformação por meio de seus Programas Estratégicos (Prg E). O foco foi a entrega de significativa quantidade de benefícios à sociedade brasileira, em que se inclui a gestão patrimonial imobiliária e a gestão ambiental dos imóveis da União administrados pelo EB (BRASIL, 2018a).

Nesse contexto, em 2018 houve a aprovação da Diretriz de implantação do Prg EE Novo Sistema de Engenharia (Prg EE PENSE), tendo o Estado-Maior do Exército (EME) como órgão gestor e o Departamento de Engenharia e Construção (DEC) como autoridade patrocinadora (BRASIL, 2018b). O DEC, dentre outras competências, é o órgão de consultoria técnica e capacitação de pessoal no que concerne a gestão do patrimônio imobiliário e do meio ambiente no âmbito do EB, por meio da Diretoria de Patrimônio Imobiliário e Meio Ambiente (DPIMA) (BRASIL, 2007; BRASIL, 2014a).

A DPIMA, para melhor capacitar o pessoal que trabalha em prol do EB, pautou-se na Diretriz de Educação e Cultura do EB 2016-2022 e implantou o Ambiente Virtual da DPIMA (AVPIMA), com base no sistema de gestão de aprendizagem *Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment (Moodle)*. A Seção de Normatização e Capacitação da DPIMA optou pelo *Moodle* devido a popularidade desse sistema de tecnologia da informação (TI) conforme estudos publicados por pesquisadores, destacando: Hillier, Grant, Coleman (2018); Mykolaiovych *et al.* (2018); Yildiz, Tezer, Uzunboylu (2018); Teo *et al.* (2019); Aikina, Bolsunovskaya (2020).

Nesse sentido, o AVPIMA, valendo-se da interação homem computador, vem promovendo a capacitação corporativa no EB, na modalidade a distância, nos assuntos afetos a gestão do patrimônio imobiliário e do meio ambiente (BRASIL, 2016a; BRASIL, 2017). Tal fato visa mitigar problemas de cunho patrimonial imobiliário e ambiental nas atividades militares: operacionais; administrativas; e subsidiárias (BRASIL, 2017).

Desse modo, o presente trabalho objetivou realizar uma avaliação da ergonomia do AVPIMA.

2 ERGONOMIA DO AVPIMA

Para um melhor entendimento da avaliação da ergonomia de software, serão apresentados assuntos relevantes que influenciam na mensuração da ergonomia do AVPIMA: benchmarking; ergonomia; sistema de cadastro; usabilidade; acessibilidade; infraestrutura de TI; confiabilidade; suporte ao usuário. Cabe salientar que todos os critérios e subcritérios avaliados no presente trabalho foram definidos no grupo focal realizado por cinco especialistas em educação corporativa da DPIMA.

O benchmarking é definido como um processo de avaliação realizado por uma organização, a fim aperfeiçoar as atividades desenvolvidas e obter uma melhoria organizacional (SPENDOLINI, 1993; AL-FRAIHAT, JOY, SINCLAIR, 2020). Assim, este trabalho primou por um benchmarking que busca avaliar os critérios ergonômicos do AVPIMA.

Assim, este trabalho primou por um benchmarking que busca avaliar os critérios ergonômicos do AVPIMA. A ergonomia consiste na ciência vocacionada para o estudo do conforto do homem na interação com instrumentos, objetos, máquinas, softwares (WISNER, 1987; BORTOLINI et al., 2020). Ela é profícua na elaboração da interface gráfica de ambientes virtuais e nos processos necessários para a execução de atividades, na relação homem computador, como o cadastramento de usuário (MERINO, 2011; CERNA, 2020).

Nesse sentido, é de suma importância avaliar o sistema de cadastro do AVPIMA, tendo em vista ser a primeira interação do usuário com uma funcionalidade de um sistema de gestão de aprendizagem, quanto ao registro dos dados pessoais necessários para o acesso a um ambiente virtual (SCHNEIDER, TULHA, 2016). O cadastramento do usuário deve ser simples e de fácil execução, permitindo um acesso rápido e confiável, para economia de tempo do usuário durante o processo de *login* (EMANG et al., 2017).

Na esteira do acesso tempestivo e seguro, cabe salientar que o *Moodle* é versátil, pois permite que a base de dados de usuários possa ser integrada a banco de dados de base Oracle de um sistema corporativo, por meio do desenvolvimento de plug-in específico para registro de usuários (TOLSTOBROV, VASILEV, 2020).

Nesse viés, o EB possui um banco de dados corporativo da área de pessoal, com base em Oracle, denominado EBCORP, capaz integrar-se a qualquer sistema institucional no âmbito do EB (BRASIL, 2013). A integração do *Moodle* com sistema de informação de

gestão de pessoal do EBCORP elimina o registro individual por parte do usuário, excluindo a necessidade de processar incidentes recorrentes relacionados a solicitações de recuperação de registro de usuário e respectivas senhas perdidas para uma variedade de pessoas (TOLSTOBROV, VASILEV, 2020). Atualmente, o AVPIMA somente utiliza o cadastramento manual nativo do *Moodle*, não integrado ao EBCORP, sendo necessário realizar: o acesso à página de cadastro; inserir o nome completo; o endereço de e-mail; e uma senha com no mínimo 8 dígitos numéricos; consistindo na primeira atividade interativa do usuário com o AVPIMA.

Nesse cenário, ressalta-se a importância da usabilidade, definida como a propriedade de ações que permite a comunicação do homem com determinado objeto, produto ou equipamento, que viabiliza o entendimento pretendido em um determinado contexto de uso (EMANG *et al.*, 2017; MELNICK *et al.*, 2020). Tal conceito abrange o uso de softwares pelo ser humano, no que concerne a simplicidade e facilidade na utilização de um ambiente virtual, sem dificultar ou impedir o usuário de realizar as atividades de maneira mais agradável, acessível, interativa e proveitosa possível. (CYBIS, BERTIOL, FAUST, 2017; MYKOLAIOVYCH *et al.* 2018).

Para este estudo, a usabilidade do AVPIMA foi dividida, pelos especialistas em educação corporativa da DPIMA, em design e funcionalidade. Esses critérios são fundamentais para o sucesso do AVPIMA, pois influenciam diretamente na motivação do usuário em permanecer realizando atividades de ensino em um ambiente virtual, levando-o a rechaçar o sistema no caso de dificuldades para usá-lo, além de incentivá-lo a procurar outra plataforma de capacitação a distância (EMANG *et al.*, 2017). O design influencia diretamente na experiência agradável com o ambiente virtual, impactando na satisfação do usuário (EMANG *et al.*, 2017; AL-FRAIHAT, JOY, SINCLAIR, 2020) e consequentemente no “fator da afetividade que está presente no processo de aprendizagem de um indivíduo” (FERRARESSO, 2014, p. 1; EMANG *et al.*, 2017). A funcionalidade consiste na capacidade do software em cumprir a finalidade a que se destina, além de atender as expectativas dos usuários por meio de uma interface amigável na relação homem computador (RADTKE *et al.*, 2012; EMANG *et al.*, 2017).

Dessa forma, os especialistas em web design devem ficar atentos aos fatores de usabilidade na implantação de um ambiente virtual e suas atualizações futuras, para mitigar os problemas de usabilidade que influenciam na satisfação do usuário (EMANG *et al.*, 2017; GUNESEKERA, BAO, KIBELLOH, 2019). Nos estudos realizados por Emang *et al.* (2017), Mykolaiovyh *et al.* (2018) e Yildiz, Tezer, Uzunboylu (2018) foram analisados alguns

ambientes virtuais destacando: *Cisco Networking Academy*; *Open Learning Malaysi*; *Duoling*; *E-learning Universiti Sains Malaysia*, *E-learning Near East University* e *E-learning Uman State Pedagogical University*. Tais pesquisas evidenciam que o critério usabilidade foi avaliado como boa ou aceitável pela maioria dos entrevistados. Contudo alguns usuários alegaram a necessidade melhoria no tocante a facilidade de utilização, a qualidade da informação, interface e navegabilidade.

Nesse escopo, é imprescindível para que a ergonomia de um ambiente virtual tenha fluidez é a performance da infraestrutura de TI e computação. O alicerce tecnológico informatizado é composto por redes de computadores e sua segurança, comunicação de dados e serviços relacionados a portais institucionais (HASHIMOTO *et al.*, 2020).

Cabe destacar que as capacitações via *Moodle* podem ser desmotivadoras, devido a precariedade técnica da infraestrutura de TI. Tal fato afeta o acesso ao ambiente virtual, upload e download de arquivos, falhas no sistema, ocasionando perda de efetividade no processo de aprendizagem e a falta de confiabilidade do usuário no funcionamento do ambiente virtual (LOLIC *et al.* 2019; AIKINA, BOLSUNOVSKAYA, 2020)

Destarte, a confiabilidade de um ambiente virtual está relacionada com o funcionamento livre de falhas, proporcionando desempenho preciso de operação (BISTOUNI, JAHANSHAH, 2020). Verifica-se que a confiabilidade pode afetar o *stress* do usuário relacionado às interações com o AVPIMA, o que cresce de importância o serviço de suporte ao usuário (FRAIHAT, 2019). Estudos realizados, destacando as pesquisas de Hillier, Grant, Coleman (2018) e Mykolaiovych *et al.* (2018), avaliaram o sistema de gestão de aprendizagem *Moodle* como robusto, tendo em vista que mesmo com travamentos do sistema não há perda de dados nas atividades educacionais, permitindo o controle eficaz das atividades de ensino desenvolvidas utilizando um ambiente virtual com base em *Moodle*.

Não se pode olvidar do suporte ao usuário no contexto do AVPIMA. Tal suporte é composto por meios disponíveis para potencializar o aproveitamento cognitivo, destacando: prestar informações úteis sobre um determinado serviço; sanar dúvidas; e auxiliar na solução de problemas (MYKOLAIOVYCH *et al.* 2018; LOLIC *et al.*, 2019; SEDRAKYAN *et al.*, 2020). Esse suporte pode ser disponibilizado de modo assíncrono por meio de manual do usuário digital/impresso e correio eletrônico; ou interação síncrona via atendimento telefônico e mensagens por *chat* através de aplicativos de dispositivos móveis (EMANG *et al.*, 2017; AL-FRAIHAT, JOY, SINCLAIR, 2020; MPUNGOSE, 2020). Emang *et al.* (2017) apresenta em sua pesquisa que um sistema de gestão de aprendizagem deve permitir e cultivar interações por meio de formas que são convenientes nos dias de hoje, pois docentes e

discentes têm dificuldades em arranjar tempo livre para marcar hora específica para sanar dúvidas por meio de interação síncrona.

Lolic *et al.* (2019) conclui que um *E-Learning* necessita disponibilizar meios de suporte ao usuários explorando todos os meios tecnológicos disponíveis, na forma de salas de aula de virtuais, *chat*, telefone, suporte total de professores e técnicos, bem como guias do usuário no tocante ao ambiente virtual implementado. O AVPIMA atualmente conta com três meios de suporte ao usuário: telefone fixo, e-mail e tutorial digital.

3 MÉTODO E TÉCNICA DE PESQUISA

Esta pesquisa trata da atual situação da ergonomia do AVPIMA, com base na metodologia multicritério de apoio à decisão construtivista (MCDA-C) disciplinada por Ensslin, Montibeller, Noronha (2001).

A presente pesquisa é descritiva, de natureza aplicada, com uma abordagem qualitativa com aspectos quantitativos e de temporalidade transversal (PEREIRA *et al.*, 2018). Utilizou-se base de dados primária e secundária, em que a coleta de dados ocorreu nos meses de agosto e setembro de 2020.

O questionário foi encaminhado a 9.100 pessoas distribuídas em todo território nacional, sendo respondida por 1.138 usuários do AVPIMA, ou seja, 12,5 % dos indivíduos que usualmente interagem com o AVPIMA. A tabulação dos dados foi realizada identificando a mediana das respostas para cada questão de múltipla escolha e compilando a avaliação dos respondentes no seguinte questionamento “Qual a sua avaliação do AVPIMA? Comente em poucas palavras”. Os dados da pesquisa de campo foram tratados, com base no modelo de avaliação construído, utilizando o método de programação linear, disciplinado por Ensslin, Montibeller, Noronha (2001), com o apoio dos *softwares* *MAMADecisão/MyMCDA* e *Libreoffice 7*. A escala de pontuação considerada foi de 0 a 10.

A fim de delimitar com precisão o escopo deste estudo, definiu-se o rótulo seguinte da forma: Avaliação multicritério da ergonomia do AVPIMA.

Na metodologia MCDA, os atores são os responsáveis pela construção do modelo de avaliação, sendo agrupados em agidos e intervenientes: os agidos são afetados diretamente pelas decisões tomadas, os quais participaram como respondentes da pesquisa de campo; e os intervenientes são classificados em decisores e facilitadores (SILVEIRA JR., 2018). Os decisores são os cinco especialistas em educação corporativa, que trabalham diretamente com o AVPIMA, empregando suas experiências na construção do modelo de avaliação. O

facilitador é o autor deste trabalho, especialista que conduz o processo de estruturação do modelo de avaliação da ergonomia do AVPIMA.

O facilitador e os decisores, na realização do grupo focal, identificaram os cinco elementos centrais de avaliação, possuindo cada um deles as seguintes propriedades: completo, compreensível, conciso, controlável, essencial, isolável, mensurável, não-redundante e operacional (ENSSLIN, MONTIBELLER, NORONHA, 2001). Dessa forma, construiu-se a família de PVFs: PVF 1 – Sistema de Cadastro; PVF 2 – Usabilidade; PVF 3 – Infraestrutura de Tecnologia da Informação; PVF 4 – Confiabilidade; PVF 5 – Meios de Suporte ao Usuário. De modo complementar, devido à complexidade dos PVF 2, PVF 3 e PVF 5, os mesmos foram desmembrados em subcritérios, denominados de pontos de vistas elementares (PVE). Os PVEs do PVF2 foram divididos em pontos de vistas subelementares (PVS).

Apresenta-se na Figura 1, a seguir, a estrutura completa do modelo de avaliação (árvore de valor), com os critérios (PVF), subcritérios (PVE e PVS) e as respectivas taxas de substituição (pesos), definidas pelos decisores (especialistas em educação corporativa) utilizando-se o método dos pesos balanceados (swing weights) (ENSSLIN, MONTIBELLER, NORONHA, 2001):

Figura 1 - Estrutura da árvore de valor do modelo de avaliação do AVIPMA.

PVF 1 – Sistema de Cadastro.....	17%	
PVF 2 – Usabilidade.....	22%	
PVE 2.1 – Design.....	47%	
PVS 2.1.1 - Interface do ambiente virtual.....	25%	
PVS 2.1.2 - Tamanho das fontes utilizadas.....	17%	
PVS 2.1.3 – Tipos das fontes utilizadas.....	15%	
PVS 2.1.4 - Apresentação dos menus.....	21%	
PVS 2.1.5 - Disposição dos conteúdos.....	22%	
PVE 2.2 – Funcionalidade.....	53%	
PVS 2.2.1 – Download de arquivos	16%	
PVS 2.2.2 – Acesso às atividades de ensino.....	19%	
PVS 2.2.3 – Acesso às publicações da DPIMA.....	17%	
PVS 2.2.4 - <i>Links</i> disponíveis no AVPIMA.....	17%	
PVS 2.2.5 - Calendário das atividades.....	15%	
PVS 2.2.6 – Acessibilidade.....	16%	
PVF 3 – Infraestrutura de TI.....	21%	
PVE 3.1 – Estabilidade.....	22%	
PVE 3.2 – Manutenção programada.....	16%	
PVE 3.3 – Performance (velocidade).....	18%	
PVE 3.4 – Disponibilidade (diária).....	24%	
PVE 3.5 – Tratamento de erros.....	20%	
PVF 4 – Confiabilidade.....	21%	
PVF 5 – Meios de suporte ao Usuário.....	19%	
PVE 5.1 – E-mail.....	37%	
PVE 5.2 – Telefone Fixo.....	28%	
PVE 5.3 – Tutorial do AVPIMA.....	35%	

Fonte: Dados da pesquisa

Definida a árvore de valor, o facilitador iniciou a construção dos descritores, construção das funções de valor e a determinação das taxas de substituição.

Um descritor corresponde a um conjunto de níveis de impacto (NI) destinados a descrever as performances plausíveis das ações que serão validadas (ENSSLIN, MONTIBELLER, NORONHA, 2001). No presente trabalho, para cada descritor foram definidos cinco níveis de impacto, dispostos em ordem decrescente de atratividade da seguinte forma: $N5 > N4 > N3 > N2 > N1$.

Como nível de referência (NR) para mensurar o *benchmarking*, foi estipulado pelos decisores que o nível de impacto N4 possui nível de referência Bom e o nível de impacto N2 possui o nível de referência Neutro (ENSSLIN, MONTIBELLER, NORONHA, 2001; SILVEIRA JR., 2018; LONGARAY *et al.* 2019).

As funções de valor são ferramentas destinadas a quantificar a performance das ações potenciais, segundo os sistemas de valores dos decisores (SILVEIRA JR., 2018). Para a construção das funções de valor foi utilizado o método do julgamento semântico, que é construído a partir de comparações par a par da diferença de atratividade entre os níveis de esforço gerais para cada PVF, PVE e PVS. O método utiliza programação linear. (ENSSLIN, MONTIBELLER, NORONHA, 2001; SILVEIRA JR., 2018; LONGARAY *et al.* 2019).

Com a conclusão da construção do modelo de avaliação, o questionário utilizado na pesquisa de campo foi elaborado com base nos critérios PVF 1, PVF 3 e PVF 5, e nos subcritérios dos demais PVFs. Eles constituíram uma pergunta individual e os descritores compuseram as alternativas de resposta de cada questão (SILVEIRA JR., 2018). A última pergunta possibilitou aos agidos descreverem qualitativamente a sua avaliação do AVPIMA em poucas palavras.

Para o cálculo da avaliação quantitativa, houve a necessidade de realizar a transformação linear de escala de intervalo para cada critério e subcritério utilizando a fórmula $v(N) = \alpha \cdot \mu(.) + \beta$ (ENSSLIN, MONTIBELLER, NORONHA, 2001; LONGARAY *et al.*, 2019).

Para chegar ao valor global da avaliação da ergonomia do AVPIMA foram utilizadas método da agregação aditiva e os dados da função de valor original $\mu(.)$. (ENSSLIN, MONTIBELLER, NORONHA, 2001; SILVEIRA JR., 2018; LONGARAY *et al.*, 2019).

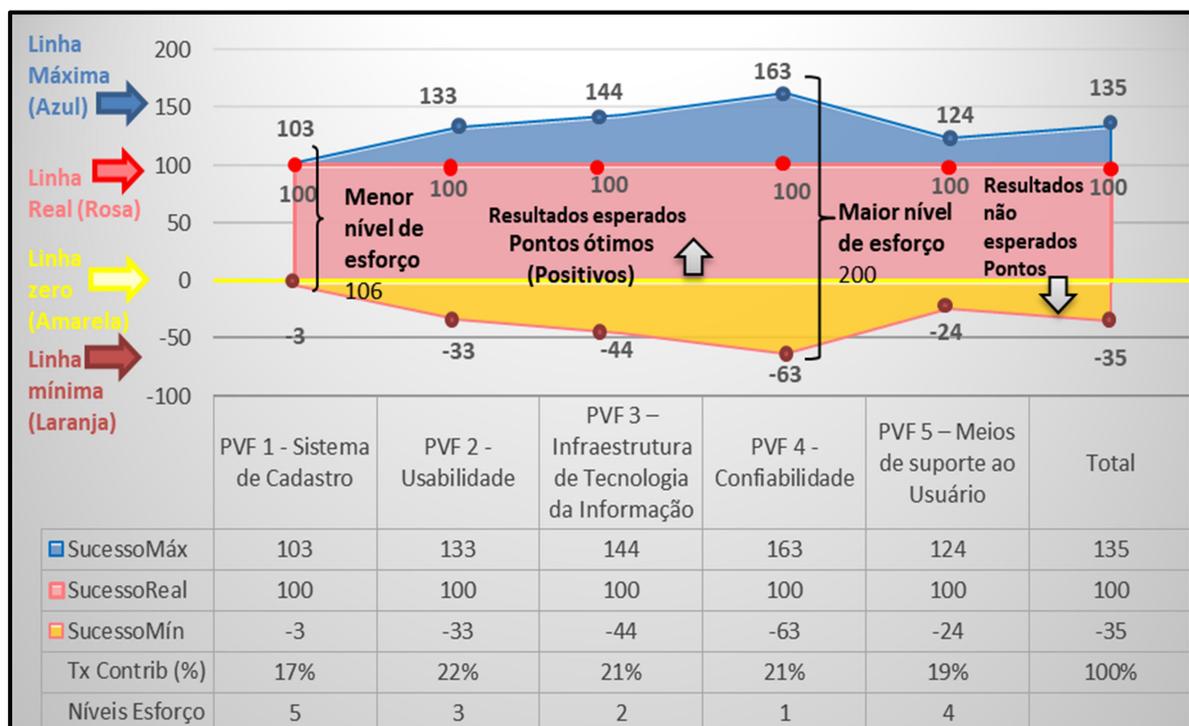
Por fim, foi realizada a análise de sensibilidade, a fim de verificar a robustez do modelo de avaliação do AVPIMA, sendo processada com base na variação das taxas de substituição e verificando o impacto que ocorre na avaliação das ações potenciais. Caso o resultado final for afetado significativamente o modelo não pode ser considerado robusto

(ENSSLIN, MONTIBELLER, NORONHA, 2001; FARIA *et al.*, 2018; SILVEIRA JR., 2018).

4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

O nível de esforço por PVF necessário para alcançar o *benchmarking* está ilustrado na Figura 2. Verifica-se que todos os critérios alcançaram o limite entre o nível de referência bom (100) para o excelente. Além disso, observa-se que os gestores do AVPIMA possuem a seguinte ordem de prioridade para o aperfeiçoamento do ambiente virtual quanto a ergonomia, considerando o nível de esforço: PVF 4 > PVF 3 > PVF 2 > PVF 5 > PVF 1.

Figura 2 – Gráfico do nível de esforço por PVF



Fonte: Dados da pesquisa.

O PVF 1, sistema de cadastro, é o que exige menor esforço para atingir o nível máximo de excelência, possui peso de 17% na avaliação global e obteve 9,03 pontos. Apenas 3% dos agidos alegaram que o sistema de cadastro do AVPIMA deve estar sincronizado com a base de dados corporativa do EB (EBCORP), a fim de que o acesso ao AVPIMA seja realizado utilizando o mesmo login e senha já existente no EBCORP para os demais sistemas corporativos do EB, não necessitando de um novo cadastramento.

O PVF 2, usabilidade, é o terceiro em nível de esforço para atingir o sucesso máximo e alcançou 8,28 pontos (Figura 3):

Figura 3 - Avaliação da usabilidade do AVPIMA

Critério	PVF 2 - Usabilidade										
Peso	22%										
Nível de Esforço	3										
Pontuação	8,28										
Subcritério	PVE 2.1					PVE 2.2					
Peso	47%					53%					
Pontuação	8,29					8,28					
Subcritério	PVS 2.1.1	PVS 2.1.2	PVS 2.1.3	PVS 2.1.4	PVS 2.1.5	PVS 2.2.1	PVS 2.2.2	PVS 2.2.3	PVS 2.2.4	PVS 2.2.5	PVS 2.2.6
Peso	25%	17%	15%	21%	22%	16%	19%	17%	17%	15%	16%
Pontuação	7,96	8,71	8,48	8,30	8,12	8,35	8,15	8,24	7,93	8,63	8,41

Fonte: Dados da pesquisa.

Dos 1138 agidos, 3,6% afirmaram que não estão satisfeitos com a usabilidade oferecida pelo AVPIMA por não proporcionar um ambiente de interação acessível. Apontaram a necessidade de aperfeiçoamento da interface dos links disponíveis no AVPIMA; a disposição dos conteúdos nas capacitações com um planejamento semanal; o acesso às atividades de ensino com um calendário que permita a consulta por meio de pesquisa; o acesso às publicações da DPIMA e a atualização do conteúdo do material didático.

O PVF 3, infraestrutura de TI, é o segundo em nível de esforço para atingir o sucesso máximo e almejou 8,10 pontos (Figura 4):

Figura 4 - Infraestrutura de TI do AVPIMA:

Critério	PVF 3 - Infraestrutura de Tecnologia da Informação				
Peso	21%				
Nível de Esforço	2				
Pontuação	8,11				
Subcritério	PVE 3.1	PVE 3.2	PVE 3.3	PVE 3.4	PVE 3.5
Peso	22%	16%	18%	24%	20%
Pontuação	8,03	8,55	8,07	7,90	8,11

Fonte: Dados da pesquisa.

Do total de agidos, 2,8% apontaram necessidades de melhorias na fluidez da usabilidade no que concerne às redes de computadores, comunicação de dados e nos serviços disponíveis. Destacaram a disponibilidade diária das atividades constantes no ambiente virtual e a performance (velocidade) do sistema, pois por vezes o sistema fica inacessível e com lentidão.

O PVF 4, confiabilidade, é o primeiro em nível de esforço para atingir o sucesso máximo, possui um peso de 21% na avaliação global e obteve o menor grau com 7,89 pontos. O stress do usuário relacionado às interações com o AVPIMA foi apontado por 14% dos agidos. Para eles, ocorrem basicamente três tipos de falhas no ambiente: a) consulta dos

certificados de conclusão via QRCode; b) controle das notas das avaliações; c) mau funcionamento do servidor de e-mail. Em relação a esse último, o servidor não envia o link de recuperação de senha de usuário de forma instantânea e por vezes não transmite para o usuário recém-cadastrado a mensagem contendo o link de confirmação e direcionamento para que realize o primeiro acesso ao AVPIMA.

O PVF 5, meios de suporte ao usuário, é o penúltimo em nível de esforço para atingir o sucesso máximo e atingiu 8,54 pontos (Figura 5):

Figura 5 - Meios de suporte ao usuário do AVPIMA

Critério	PVF 5 - Meios de suporte ao usuário		
Peso	19%		
Nível de Esforço	4		
Pontuação	8,58		
Subcritério	PVE 5.1	PVE 5.2	PVE 5.3
Peso	37%	28%	35%
Pontuação	7,99	8,91	8,81

Fonte: Dados da pesquisa.

Do total de respondentes, 3,2% dos agidos assinalaram que os tutores não respondem os e-mails referentes a algumas das diversas disciplinas presentes nas atividades de ensino, havendo a necessidade de que os e-mails enviados aos tutores sejam respondidos em menor tempo possível.

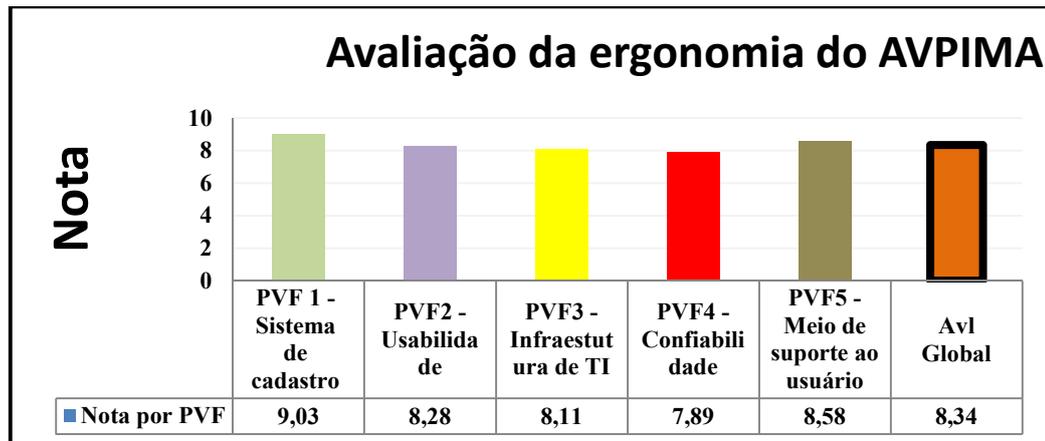
A avaliação global obtida após os dados dos critérios terem sido tratados, constituiu-se da base de cálculo das avaliações quantitativas de cada PVF, cujo resultado atingiu a nota 8,34. Todos os critérios e subcritérios foram considerados satisfatórios, pois há alguns aspectos que precisam ser aperfeiçoados, tendo em vista que o AVPIMA foi implantado recentemente.

O modelo de avaliação multicritério construído foi considerado robusto, tendo em vista que foi realizada uma análise de sensibilidade após o tratamento dos dados, da seguinte forma: variando as taxas de substituição dos PVFs em 10% para mais e para menos e recalculando os resultados, verificou-se insignificativa alteração nos valores de cada PVF; fato que evidencia a robustez no modelo de avaliação construído.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho teve como objetivo avaliar a ergonomia do AVPIMA com base na metodologia MCDA. De forma sintética, os resultados das avaliações parciais (critérios) e global são apresentados na Figura 6:

Figura 6 – Síntese dos resultados da avaliação da ergonomia do AVPIMA.



Fonte: Dados da pesquisa.

Considerando o modelo construído para avaliar a ergonomia do AVPIMA, alimentado pelas opiniões dos agidos coletadas na pesquisa de campo, foi possível delinear cinco pontos cruciais para o aprimoramento do AVIPMA. O primeiro deles é relacionado ao sistema de cadastro que, se sincronizado com a base de dados do EBCORP poderá diminuir o fluxo intensivo de incidentes por ocasião do acesso ao AVPIMA. O segundo ponto é de ordem de recursos humanos, visto que, pelo identificado na pesquisa, o AVIPMA proporcionaria maior conforto online ao usuário e melhor usabilidade se fosse customizado por um especialista em web designer educacional. O terceiro ponto é de ordem de infraestrutura de TI, uma vez que uma melhor gestão do servidor que hospeda o AVPIMA aumentaria sua capacidade de processamento e envio de mensagens de e-mail, além de mitigar possíveis problemas de fluxo de informação pela placa de rede. O quarto ponto identificado concerne à confiabilidade dos dados e informações hospedados no AVIPMA. A manutenção de um profissional especialista na linguagem de programação PHP 7 possibilitaria que fossem realizadas adequações nos seus plugins de verificação dos certificados de conclusão de atividades oferecidas e recuperação de senha do usuário. Essas adequações têm o potencial de amenizar o stress da pessoa que interage com o AVPIMA. Por último, o quinto ponto identificado para o aprimoramento do AVIPMA se relaciona aos meios de suporte ao usuário, em que uma maior regularidade e intensificação dos feedbacks aos discentes teria potencial para possibilitar um maior aproveitamento cognitivo de seus usuários.

Com base no exposto, o EB foi beneficiado com o presente trabalho, tendo em vista a criação de um modelo de avaliação da ergonomia do AVPIMA, na busca pelo *benchmarking* no que concerne o conforto dos usuários na interação com o ambiente virtual vocacionado para a gestão patrimonial imobiliária e da gestão ambiental no âmbito do EB.

REFERÊNCIAS

- AIKINA, T; BOLSUNOVSKAYA, L. *Moodle*-based learning: Motivating and demotivating factors. **International Journal of Emerging Technologies in Learning (iJET)**, v. 15, n. 2, p. 239-248, 2020.
- AL-FRAIHAT, D.; JOY, M.; SINCLAIR, J. Evaluating E-learning systems success: An empirical study. **Computers in Human Behavior**, v. 102, p. 67-86, 2020.
- BISTOUNI, Fathollah; JAHANSHAHI, Mohsen. Evaluation of Reliability in Component-Based System Using Architecture Topology. **Journal of the Institute of Electronics and Computer**, v. 2, n. 1, p. 57-71, 2020.
- BORTOLINI, M.; FACCIO, M.; GAMBERI, M.; PILATI, F. Motion Analysis System (MAS) for production and ergonomics assessment in the manufacturing processes. **Computers & Industrial Engineering**, v. 139, p. 105485, 2020.
- BRASIL. Exército Brasileiro. Estado-Maior do Exército. **EB20-MF-10.101**. 2014a.
- _____. **Diretriz de Educação e Cultura do Exército 2016-2022**. BE nº 6/2016, 2016a.
- _____. Base de Dados Corporativa do Exército Brasileiro. EBCORP. **Noticiário do Exército**. 2013.
- _____. **Diretriz de Implantação do Programa Estratégico do Exército Sistema de Engenharia**. BE nº 10/2018. 2018b.
- _____. **Portfólio Estratégico do Exército**. 2018a.
- _____. **Regulamento da Diretoria de Patrimônio Imobiliário**. 2007
- _____. **Relatório de gestão do Exército Brasileiro do exercício de 2016**. 2017
- CERNA, M. Modified recommender system model for the utilized eLearning platform. **Journal of Computers in Education**, v. 7, n. 1, p. 105-129, 2020.
- CYBIS, Walter; BETIOL, Adriana Holtz; FAUST, Richard. **Ergonomia e usabilidade: conhecimentos, métodos e aplicações**. São Paulo: Novatec, 2017.
- EMANG, D. W. A. B.; LUKMAN, R. N. I. R.; KAMARULZAMAN, M. I. S.; ZAABA, Z. F. Usability studies on e-learning platforms: Preliminary study in USM. In: **AIP Conference Proceedings**. AIP Publishing LLC, 2017. p. 020040.
- ENSSLIN, L.; MONTIBELLER, G.; NORONHA, S. M. D. **Apoio à decisão: metodologias para estruturação de problemas e avaliação multicritério de alternativas**. Florianópolis: Insular, 2001.
- FARIA, P. A.; FERREIRA, F. A.; JALALI, M. S.; BENTO, P.; ANTÔNIO, N. J. Combining cognitive mapping and MCDA for improving quality of life in urban areas. **Cities**, v. 78, p. 116-127, 2018.
- FERRARESSO, H. L. P. **Design e usabilidade: Interação, satisfação e afetividade em objetos de aprendizagem**. 2014.
- GUNESEKERA, A. I; BAO, Y.; KIBELLOH, M.. The role of usability on e-learning user interactions and satisfaction: a literature review. **Journal of Systems and Information Technology**, 2019.
- HASHIMOTO, M.; DADGAR, A.; HINZE, P.. **Validation of execution plan for configuring an information technology infrastructure**. U.S. Patent Application n. 16/503,421, 11 jun. 2020.

- HILLIER, M; GRANT, S; COLEMAN, M. Towards authentic e-Exams at scale: robust networked *Moodle*. **Open Oceans: Learning Without Borders**, p. 131, 2018.
- LOLIC, T.; DIONISIO, R.; CIRIC, D.; RISTIC, S.; STEFANOVIC, D. Factors Influencing Students Usage of an e-Learning System: Evidence from IT Students. **In International Joint conference on Industrial Engineering and Operations Management** (p. 205-215), 2019 Springer, Cham.
- LONGARAY, A. A.; ENSSLIN, L.; DUTRA, A.; ENSSLIN, S.; BRASIL, R.; MUNHOZ, P. Using MCDA-C to assess the organizational performance of industries operating at Brazilian maritime port terminals. **Operations Research Perspectives**, v. 6, p. 100109, 2019.
- MELNICK, E. R.; DYRBYE, L. N.; SINSKY, C. A.; TROCKEL, M.; WEST, C. P.; NEDELEC, L.; SHANAFELT, T. The association between perceived electronic health record usability and professional burnout among US physicians. In: **Mayo Clinic Proceedings**. Elsevier, 2020. p. 476-487.
- MERINO, E. **Fundamentos da ergonomia**. Apostila. Florianópolis: UFSC, 2011.
- MYKOLAIOVYCH, K. O.; MYKOLAIVNA, S. N.; VASYLIVNA, B. V.; MYKHAILIVNA, P. S. Improving professional and pedagogical training of future teachers by *Moodle* platforms (On the example of the course" Pedagogy"). **Научен вектор на Балканите**, n. 1, 2018.
- MPUNGOSE, C. B. Is *Moodle* or WhatsApp the preferred e-learning platform at a South African university? First-year students' experiences. **Education and information technologies**, v. 25, n. 2, p. 927-941, 2020.
- PEREIRA, A. S.; SHITSUKA, D. M.; PARREIRA, F. J.; SHITSUKA, R. **Metodologia da pesquisa científica**. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 2018.
- RADTKE, R.; BUTCHER, A. M.; HARRIS, J. M.; MORROW, C. R.; SATTERFIELD, J. C. **User interface for displaying selectable software functionality controls that are contextually relevant to a selected object**. U.S. Patent n. 8,117,542, 14 fev. 2012.
- SCHNEIDER, A. P.; & TULHA, C. N. **Percepção da Usabilidade do Moodle como Ferramenta para o Ensino de Ciências Baseado em Investigação**. 2016.
- SEDRAKYAN, G.; MALMBERG, J.; VERBERT, K.; JÄRVELÄ, S.; KIRSCHNER, P. A. Linking learning behavior analytics and learning science concepts: Designing a learning analytics dashboard for feedback to support learning regulation. **Computers in Human Behavior**, v. 107, p. 105512, 2020.
- SILVEIRA JR., A. **Cabotagem brasileira: uma abordagem multicritério**. Curitiba: Appris, 2018.
- SPENDOLINI, M. J. **Benchmarking**. São Paulo: Makroon Books, 1993.
- TEO, T.; ZHOU, M.; FAN, A. C. W.; HUANG, F. Factors that influence university students' intention to use *Moodle*: A study in Macau. **Educational Technology Research and Development**, v. 67, n. 3, p. 749-766, 2019.
- TOLSTOBROV, A.; VASILEV, A. Automation of User Access Control Processes on the Educational Portal of Voronezh State University Based on *Moodle* E-learning System. **Automation, Control and Intelligent Systems**, v. 7, n. 6, p. 132, 2020.
- WISNER, A. **Por dentro do trabalho: ergonomia, método e técnica**. Tradução Flora Maria Gomide Vezzà. São Paulo: FTD, 1987.
- YILDIZ, E. P.; TEZER, M.; UZUNBOYLU, H. Student opinion scale related to *Moodle* LMS in an online learning environment: Validity and reliability study. **International Journal of Interactive Mobile Technologies (iJIM)**, v. 12, n. 4, p. 97-108, 2018.