

CONFIGURAÇÃO DE MATERIOTECAS PARA DESIGN E SUSTENTABILIDADE

CONFIGURATION OF MATERIAL LIBRARIES FOR DESIGN AND SUSTAINABILITY

  **Rosângela Míriam Lemos Oliveira Mendonça**
Universidade Estadual de Minas Gerais, FBelo Horizonte, Minas Gerais, Brasil
rosangela.mendonca@uemg.br

  **Breno Pessoa dos Santos**
Universidade Estadual de Minas Gerais, FBelo Horizonte, Minas Gerais, Brasil
breno.santos@uemg.br

  **Roberto Monteiro de Barros Filho**
Universidade Estadual de Minas Gerais, FBelo Horizonte, Minas Gerais, Brasil
roberto.monteiro@uemg.br

  **Felipe Bertu Valverde**
Universidade Estadual de Minas Gerais, FBelo Horizonte, Minas Gerais, Brasil
felipe.0193754@discente.uemg.br

  **Cláudia Cristina F. Simões**
Universidade Estadual de Minas Gerais, FBelo Horizonte, Minas Gerais, Brasil
caudia.0198107@discente.uemg.br

Resumo

Tendo em vista a importância das materiotecas para projetos de Design, Arquitetura e Engenharia, este artigo tem como objetivo explorar características e configurações para que elas sejam recurso para atuação eficiente, a começar do contexto acadêmico. Nos aprofundamos aqui nos conceitos de sustentabilidade relacionados, e abordamos particularmente aspectos de usabilidade. O desenvolvimento contou com a investigação e experimentação de materiotecas existentes e sua avaliação tomando como referência as heurísticas de usabilidade de Jakob Nielsen, também apoiado por pesquisas bibliográficas e entrevistas. Essa experiência permitiu identificar características, requisitos e estratégias para a composição de uma materioteca que seja robusta, sustentável em seu contexto e no seu conteúdo, com a formação de uma rede de atores, importantes para se alcançar este objetivo.

Palavras-chave: Materioteca. Design. Sustentabilidade.

Abstract

*T*Bearing in mind the importance of material libraries for Design, Architecture and Engineering projects, this article explores aims to explore characteristics and configurations so that they can be a resource for efficient performance, starting from the academic context. Here, we delved deeper into related sustainability concepts and, particularly, we addressed usability aspects. The development relied on the investigation and experimentation of existing material libraries and their evaluation taking Jakob Nielsen's usability heuristics as a reference, also supported by bibliographic research and interviews. This experience allowed identifying characteristics, requirements and strategies for the composition of a material library that is robust, sustainable in its context and contents, with the constitution of a network of actors, important to achieve this objective.

Keywords: *B*Material library. Design. Sustainability.

Introdução

Materiotecas são acervos de recursos (como amostras, imagens, dados, textos) relacionados a materiais usados para se fazer um objeto, das mais diversas escalas. São várias as profissões que demandam o uso de materiais para a sua atuação. Analisamos aqui suas características e configurações com o objetivo de identificar aquelas mais importantes para que as materiotecas sejam de fato recurso para atuação eficiente especialmente no contexto acadêmico em áreas que envolvem a prática projetual como a Arquitetura, o Urbanismo, a Engenharia e o Design, incluindo seus enfoques específicos do Design Gráfico, de Produto, de Ambientes e da Moda. O empenho nessa identificação se justifica por essas áreas projetivas terem os materiais como vocação e recurso intrínseco – o conhecimento e uso competente dos materiais é determinante para que o resultado do seu trabalho alcance os objetivos desejados da melhor forma possível.

As universidades, como um importante ambiente de formação profissional, devem possuir, portanto, os recursos para prover a proficiência no uso dos materiais. Além do aspecto do ensino, a pesquisa, também parte da missão das universidades, é um contexto para aprofundamento no domínio dos materiais, com a criação de novos recursos e o desenvolvimento de novos usos e materiais. Finalmente, todo conhecimento desenvolvido internamente deve, em última instância, ser compartilhado com a sociedade, em atividades de extensão nos diversos formatos possíveis – de atuações em projetos de transformação social, com a melhoria da qualidade de vida dos menos favorecidos; a cursos de capacitação, atualização e aperfeiçoamento; a consultorias. Assim, em todos os âmbitos da missão universitária, o papel das materiotecas é fundamental para a atuação competente, com foco na melhoria contínua da qualidade, isto é, cada vez mais, refinar no atendimento aos requisitos que foram definidos, tanto aplicados ao processo, quanto para os resultados de uma atividade.

Sustentabilidade e Materiotecas

Cada vez mais, a sustentabilidade é um requisito para as nossas atividades. Em 1987, a Comissão Brundtland, atendendo a uma demanda da ONU motivada pela conscientização global dos desequilíbrios ao ecossistema causados pela ação humana (Nações Unidas Brasil, 2020), elaborou o relatório “Nosso futuro comum”, onde o desenvolvimento sustentável foi definido como “o desenvolvimento que

encontra as necessidades atuais sem comprometer a habilidade das futuras gerações de atender suas próprias necessidades” (Brundtland, 1987, p. 16). Ressaltando a necessidade de se considerar todos os aspectos da sustentabilidade – econômicos, ambientais e sociais – de forma objetiva, sem sentimentalismo ou viés, a chamamos de sustentabilidade integral e definimos como: um sistema cujas atividades são duradouras, pois seus recursos (humanos ou materiais) não são mal utilizados, explorados, gerando desperdício e exaurimento. Assim, sustentabilidade se refere ao equilíbrio necessário a essa longevidade.

Em função das suas origens, quando falamos de sustentabilidade, a questão ambiental é a que vem em mente e, em seguida, a questão econômica, em geral atrelada à ambiental. A origem biológica se refere à resiliência dos ecossistemas se recuperarem das agressões humanas ou naturais. A segunda origem é a economia com a noção que não é possível a manutenção do ritmo de expansão dos padrões de produção e consumo, tendo em vista a finitude dos recursos naturais (Nascimento, 2012).

4

Já nesses dois aspectos vemos às vezes abordagens parciais. A sustentabilidade ambiental, não está apenas relacionada à preservação da natureza e às intervenções para utilização humana dos recursos naturais (solo, ar, água, insolação e seres vivos), para produção de energia e saneamento (abastecimento de água, esgotamento sanitário e controle das águas pluviais, limpeza urbana e manejo de resíduos e emissões) (Aquino *et al.*, 2015). O exercício do design, arquitetura e urbanismo cria novos ambientes, espaços que precisam ser sustentáveis, não só pelos seus impactos no ambiente natural, mas pela qualidade intrínseca desses espaços, como conforto, segurança e acessibilidade. De outro modo, sem esses atributos, a continuidade por tempo indefinido não será possível.

Outro aspecto equivocado é dizer que o ser humano precisa defender a natureza. Essa é uma abordagem excessivamente antropocêntrica e presunçosa (Silva, 2011, 2014). O respeito à natureza e à vida é importante para a manutenção do próprio ser humano. Somos mínimos frente à imensidão da natureza. Ela é forte e evoca elementos para o seu equilíbrio que podem ser ameaça à vida humana, mas que em maior ou menor prazo a conduzirão à estabilidade.

Assim, para lidarmos com a busca do equilíbrio do ponto de vista do ser humano, os indivíduos e suas relações precisam ser incluídos nesse sistema. É preciso abordar

também a sustentabilidade social, entendida como ações para a qualidade de vida e seus relacionamentos construtivos.

Alguns autores, como Nascimento (2012), explicitam as dimensões dos relacionamentos sociais nos seus aspectos políticos e culturais. Em relação à política ele afirma que:

Na tentativa de invisibilizar a esfera da política, centrando as mudanças sociais no mundo da tecnologia, esquece-se de que as mudanças passam necessariamente por instâncias econômicas e espaços políticos. [...] A distribuição de riquezas e a igualdade de oportunidades não serão construídas sem embates políticos e pressões sobre os governantes. (Nascimento, 2012, p.?)

5

É verdade que o contexto onde vivemos é determinante das possibilidades que nos são apresentadas e das escolhas que fazemos. E esse contexto é enormemente conduzido por decisões políticas, especialmente no seu sentido formal. Cabe aos governantes e ao grupo administrador tomar as iniciativas e fazer as escolhas que, a rigor, estariam considerando a sociedade como um todo, as necessidades das pessoas e o bem comum. Ainda, se entendemos a política mais no sentido de princípios e convicções, e menos no sentido de administração e governo podemos entendê-la como parte da sociedade, incluindo-a na sustentabilidade social, como um elemento inerente a cada cidadão.

Já em relação à cultura Nascimento (2012) argumenta que

[...] não será possível haver mudança no padrão de consumo e no estilo de vida se não ocorrer uma mudança de valores e comportamentos; uma sublimação do valor ter mais para o valor ter melhor; se a noção de felicidade não se deslocar do consumir para o usufruir; se não se verificar a transferência da instantaneidade da moda para a durabilidade do produto; se não tivermos pressões para a adoção e valorização, por exemplo, do transporte público e, se possível, para o melhor transporte, o não transporte. (Nascimento, 2012, p.?)

Entendemos que a cultura é parte essencial dos seres humanos, consistindo nos valores que são cultivados ao longo da vida, que é um elemento de agregação para composição de grupos sociais. É a cultura do indivíduo, sua forma de pensar e agir, que o leva a tomar decisões e realizar ações, a se unir a um grupo por seus objetivos em comum, a ter iniciativas de parceria, colaboração, empatia. Nesse aspecto, ressaltando a importância do papel de cada um na direção que caminha

a sociedade, apesar de ser um elemento social, consideramos que é importante ressaltar a sustentabilidade cultural.

Assim, sustentabilidade é um termo que possui diversos sentidos, com uma variedade de enfoques possíveis. Mas é essencial se considerar o tripé dos aspectos ambiental, econômico e social, de forma indissociável, o que chamamos de “sustentabilidade integral” para reforçar essa indivisibilidade. Aqui, ao usarmos “sustentabilidade”, estaremos também nos referindo a esta abordagem holística. No caso de se focar em um aspecto, é para se ressaltar e aprofundar em uma abordagem por questões da objetividade e aprofundamento em determinada iniciativa, e não por se desconsiderar as demais.

O equilíbrio precisa ser objetivo padrão a qualquer atividade. Assim, ao abordarmos o tema das materiotecas é necessário também abordar a sustentabilidade integral como um seu requisito.

Neste contexto, entendemos que sustentabilidade se aplica a dois âmbitos – um relacionado ao seu conteúdo e outro relacionado à materioteca como atividade e recurso, considerando sua criação e manutenção. O primeiro se refere à sua composição, consistindo nos dados e informações sobre materiais – suas aplicações, características técnicas e análises apresentadas, que devem considerar seus impactos econômicos, sociais e ambientais, por todo o seu ciclo de vida (Mendonça, 2014; UFSC, 2022). O segundo, considerando-a como recurso que precisa ser duradouro, utilizando recursos materiais e humanos da melhor forma, na sua criação e durante todas as atividades necessárias para a sua manutenção.

Contexto dos trabalhos

O contexto deste artigo está relacionado à análise das características e configurações de materiotecas para os contextos da arquitetura, urbanismo, engenharia e design, com o objetivo de identificar aquelas mais importantes para que elas sejam recurso sustentável. Busca-se, então, que seja especificada para que seja duradoura, proporcionando à comunidade acadêmica e demais partes interessadas, o aprofundamento do conhecimento sobre os materiais e suas propriedades sensoriais, físicas, mecânicas e respectivas aplicações, para eficiência dos recursos empregados e da atuação profissional.

Assim, o projeto, do qual este artigo faz parte, envolve conhecer e, eventualmente, experimentar, identificar e analisar configurações de materiotecas, com foco no contexto acadêmico – graduação, pós-graduação e desenvolvimento de projetos sustentáveis e inovadores – formando profissionais competentes inseridos em uma potente rede de relacionamentos, articulando a academia, o governo, a sociedade e as empresas.

A combinação de cada aspecto da sustentabilidade integral com o âmbito de aplicação – conteúdo disponível ou materioteca como recurso – gera temas para longos desenvolvimentos. Neste artigo, vamos focar em uma dessas combinações: a sustentabilidade social e as materiotecas como recurso.

Procedimentos Metodológicos

O ponto de partida dos trabalhos foi a identificação de instituições acadêmicas atuantes nos cursos de arquitetura, urbanismo, engenharia e design, que possuísem, expressamente, questões relacionadas a materiotecas, seja por reconhecer a necessidade de sua estruturação, ou por já possuírem este tipo de recurso.

Foram identificados casos de implementação de materiotecas por meio da investigação e pesquisa bibliográfica, utilizando a internet e contatos obtidos a partir das informações dessas fontes, bem como a partir de relacionamentos com instituições parceiras, como o Politecnico di Torino.

Já aqui foram identificados dois tipos de configuração: materiotecas físicas e materiotecas virtuais.

Ao se identificar algumas instâncias, suas características foram exploradas, utilizando pesquisas bibliográficas e pela internet, assim como contatos por email e reuniões com os gestores envolvidos. Foram então realizadas entrevistas e experimentações com alguns sistemas digitais buscando o entendimento de suas características, conteúdos, seus aspectos positivos e limitações.

Como será desenvolvido nas próximas seções, a usabilidade se configura como um requisito da sustentabilidade social, uma vez que interfere na qualidade de vida das pessoas. Assim, a experiência de uso daquelas materiotecas virtuais, que possibilitam o acesso livre, foi explorada pela equipe, utilizando recursos de análise

do âmbito das práticas do Design, como as heurísticas de usabilidade de Jakob Nielsen (Nielsen, 1990), utilizadas como referência para sua avaliação, como será detalhado a seguir.

Casos de implementação de materiotecas

Para a identificação e análise de características de materiotecas, foram investigados alguns casos de implementação.

A Universidade Federal de Santa Catarina, possui a “Materioteca Sustentável” implantada no departamento de Arquitetura e Urbanismo, para o desenvolvimento de atividades acadêmicas envolvendo as engenharias (como a civil, a mecânica, a de produção e a elétrica), bem como a arquitetura e urbanismo e design de produto (UFSC, 2022). Seu recurso digital consiste em um site que contém páginas com a descrição de materiais organizados em grupos, conforme Quadro 1:

Quadro 1 - Parte da tela de consulta do Materfad (Materfad, 2023)

Quadro 1	Madeiras naturais, transformadas e para revestimentos	Quadro 10	Cerâmicas (comuns) e Vidros
Quadro 2	Papéis (comum), cartões e papelão	Quadro 11	Materiais naturais (bambu, gemas, pedras, couro, lã e outros)
Quadro 3	Metais ferrosos (aços e ferros fundidos)	Quadro 12	Fibras naturais (rami, sisal, juta, coco, etc.) e fibras artificiais
Quadro 4	Metais não-ferrosos (ligas)	Quadro 13	Borrachas naturais e sintéticas
Quadro 5	Materiais sinterizados – Metalurgia do pó	Quadro 14	Óleos e graxas
Quadro 6	Polímeros – plásticos (commodities, de engenharia, de alta performance)	Quadro 15	Tintas e vernizes
Quadro 7	Polímeros – blendas	Quadro 16	Materiais de nano tecnologia
Quadro 8	Polímeros – adesivos	Quadro 17	Compósitos avançados
Quadro 9	Cimentos, concretos e agregados		

Fonte: Adaptado de UFSC, 2022.

Além da classificação geral, grupo, subgrupo e tipos, tem a indicação dos principais usos e, para alguns materiais, uma ficha do material detalhando o seu ciclo de vida, recurso importante para o fomento a escolha de materiais que agreguem sustentabilidade ao projeto (Librelotto; Ferroli, 2016; UFSC, 2022). Possui também espaço físico com amostras de materiais, elementos de testes e protótipos desenvolvidos em contextos de projetos e pesquisas.

Outros sistemas, como o Materialize, buscando as especificidades dos projetos criativos (como o Design e a Arquitetura), apresentam informações técnicas e sensoriais, mas ainda se baseando nos sistemas de classificação e catalogação das bibliotecas “de modo a se utilizar um único código tanto para a inserção no sistema digital quanto no acervo físico” (Dantas; Bertoldi, 2016, p. 64). Segundo Dantas e Bertoldi, a codificação criada, chamada Sistema de Catalogação de Amostras de Materiais por Configuração (SCAMC), considera seis campos: 1) configuração dos materiais para uso em design e arquitetura (acabamentos e tratamentos superficiais aplicados, amorfos, longo rígido, longo flexível, particulados, plano rígido, plano flexível, tridimensional homogêneo, tridimensional complexo; 2) classificação do material em 10 categorias (metais, cerâmicas, materiais naturais, compósitos, polímeros, materiais estratificados, têxteis, materiais reciclados, materiais funcionais/ inteligentes, tintas e vernizes) e subcategorias; 3) o fabricante do material; 4) código de especificação da amostra – código alfanumérico com até seis dígitos para diferenciar as amostras informações que permitam distingui-las; 5) o ano de obtenção da amostra, 6) especificidade da amostra, como tamanho, espessura, cor, complementando informações do campo quatro. Essa materioteca tem o suporte de um sistema informatizado, cuja “indexação permite a busca por *tags*, indicando os principais termos pelos quais a amostra pode ser procurada, [bem como] classificação, nome do fabricante, características físicas, produtivas, estéticas e sensoriais” (Dantas; Bertoldi, 2016, p. 74).

O sistema online da Materialize, consiste em um banco de dados de acesso livre e gratuito, que disponibiliza filtros para pesquisa no acervo, para seleção a partir das categorias gerais dos materiais e, como busca avançada, sua tecnologia de transformação, propriedades e características, requisitos ambientais e aplicações. Permite também a busca por *tags*. Como resultado, são apresentadas imagens dos materiais, sua descrição com a tecnologia de conformação, propriedades e

características (físicas, táteis, fotométricas e mecânicas), requisitos ambientais e aplicações.

Também a Materialize conta com “amostras físicas de materiais recebidos de fornecedores nacionais e internacionais, que podem ser consultadas presencialmente no LabDesign”. Consiste em um projeto piloto, com cerca de “500 amostras físicas de materiais de 10 categorias diferentes” (Labdesign – FAU USP, 2014).

Ainda na pesquisa por experiências de construção e manutenção de materiotecas, foi identificado o Barcelona Materials Centre. Este centro é uma instituição que mantém um repositório de materiais que conta com acervos físicos presentes na Espanha e vários outros centros afiliados no Chile, Colômbia, México e Portugal. O centro desenvolve atividades de pesquisa e consultoria, realizando transferência tecnológica entre diferentes setores. O Materfad é onde este grupo atua como “observatório do futuro, conduzindo pesquisa tecnológica e monitoramento focado em inovação, sustentabilidade e criatividade através de materiais.” (Materfad, 2022 trad. nossa). Um de seus recursos é uma base de dados de materiais, de acesso gratuito, com dados de milhares de itens.

A análise preliminar do Materfad (a base de dados do Barcelona Materials Centre, que se constitui em uma materioteca virtual de acesso gratuito) mostra que aspectos próprios do universo digital se refletem nas possibilidades de utilização dos acervos de materiais virtuais. Diferentemente das duas anteriores que permitem apenas a consulta pelos usuários, a plataforma virtual do Materfad possui interface para consulta (usuários clientes que desejam pesquisar por materiais) e para inserção de dados (usuários que desejam cadastrar algum material). Assim a plataforma foi analisada a partir de diferentes perspectivas, com o intuito de promover uma visão mais completa dessa materioteca virtual.

Inicialmente a materioteca virtual do Materfad foi analisada sob a ótica do usuário que utiliza a plataforma como uma ferramenta de pesquisa e seleção de materiais. Foram então levantadas as questões pertinentes para esse cenário, como: categorização dos materiais; ferramentas de pesquisa; completude e confiabilidade das informações; suporte de idiomas.

Os materiais são categorizados por “famílias” sendo elas: Metais e liga metálicas; Naturais; Cerâmicos e vidros; Polímeros; Híbridos e/ou Processados. No entanto, a divisão das subcategorias dentro das famílias nem sempre seguiu uma lógica ortodoxa, separando, por exemplo, as subcategorias de metais por arbitração de densidade (metais; metais leves – definidos como “Os metais e ligas com densidade inferior a 4,5 g/cm³, como alumínio, titânio ou magnésio, são considerados leves) e pureza (comercialmente puro – definido como aquele que contém pelo menos 99,9% de um único elemento, correspondendo os 0,1% restantes a impurezas)”. A família “Híbridos e/; ou Processados” englobam materiais de uma mescla de composições que poderiam compor outras famílias.

Além das famílias e suas subcategorias, utilizam outros filtros: campo atual de aplicação, país de fabricação, país de distribuição, características geométricas, aparência, características *smart* (chamados de materiais inteligentes ou responsivos, que são “materiais que detectam e reagem a condições ou estímulos ambientais (por exemplo, sinais mecânicos, químicos, elétricos ou magnéticos)” (Science Direct, 2012), propriedades, processos de transformação, características ambientais, estratégias de ecodesign, normativas e eco-etiquetas. Todos os termos dos filtros são explicados em um glossário, mas não os nomes dos filtros.

Nas buscas, foi identificada a falta de diferenciação entre materiais e produtos, ou seja, ao se realizar uma pesquisa por um material, dentre os resultados apareceram vários produtos que fazem uso do material pesquisado e não há como realizar uma busca de um ou de outro separadamente.

Ao selecionar um material, o site abre uma página com sua descrição, onde estão presentes os tópicos: aparência; características geométricas; técnicas de produção e propriedades. As informações presentes na descrição variam substancialmente de material para material, dependendo do que foi adicionado durante o seu cadastro – inclusive, alguns materiais apresentam e outros não apresentam imagens (Figura 1). Notou-se também que cada propriedade apresenta uma tabela com valores típicos para diferentes categorias de materiais. Além disso, para certas características, geralmente qualitativas, o site faz o uso de um “valor intuitivo”, uma escala comparativa de 1 a 5, mesmo em se tratando de grandezas que possuem unidade de medida cientificamente definida, o que em muitos casos é subjetivo e impreciso.

Outro ponto relevante está relacionado ao idioma de apresentação dos dados e informações. A ausência de suporte para outras línguas na plataforma, estando disponível somente a opção padrão em espanhol, é uma barreira para o uso por universidades brasileiras como materioteca virtual, já que o vocabulário técnico é muito específico e pouco conhecido por não nativos.

Analisando o Materfad sob a perspectiva da conta para cadastro de materiais, identificamos pontos relacionados aos requisitos de cadastro, revisão e edição de materiais. Para essa função o sistema requer um cadastro de usuário específico. Está disponível um manual de instruções para o cadastro, com informações relevantes e sucintas e que cumpre bem o propósito de guiar o usuário durante o processo; porém ele está disponível somente em espanhol.

Figura 1 - Parte da tela de consulta do Materfad (Materfad, 2023)

Fonte: Materfad (2023).

A entrada de dados sobre o material a ser cadastrado é feito por um formulário previamente estruturado com campos de preenchimento obrigatórios assim como facultativos. Os campos são divididos em três categorias: a) propriedades e características, b) fabricante e c) distribuidor, sendo somente o último

completamente facultativo. Na categoria de propriedades e características é obrigatório preencher informações sobre dados do material (nome e descrição), a família do material, no mínimo uma propriedade (mecânica, física, térmica, elétrica, óptica ou reológica), no mínimo uma característica ambiental (nota qualitativa de 1 a 5 para características como resistência a ácidos, resistência a raios UV etc.), e no mínimo um processo de fabricação. Notou-se também que a entrada do nome, a descrição e o campo atual de aplicação do material pode ser feita também em inglês. Percebeu-se que existe um campo livre para entrada de dados, o que parece ser interessante, já que as propriedades e características disponíveis por padrão para preenchimento, apesar de serem muitas, não são exaustivas e podem não abranger todas as questões relevantes para todos os materiais cadastrados.

O formulário de cadastro em si apresenta uma boa clareza quanto às informações que devem ser preenchidas em cada campo e também quanto à observação de dados obrigatórios faltantes quando há uma tentativa de cadastro sem a inserção de aspectos requeridos. Um ponto negativo presente foi a incapacidade de salvar o formulário de cadastro incompleto para sua eventual finalização em outro momento. No entanto, é possível fazer a edição de materiais cadastrados, sendo necessário incluir somente os dados obrigatórios de uma só vez. Mas ao avançar para a próxima categoria de cadastro (fabricantes ou distribuidores), não é possível retornar à categoria anterior, sendo preciso que o usuário finalize o cadastro antes de editar as suas informações.

Ao finalizar o preenchimento do formulário de cadastro, ele é enviado para validação, porém, para esse processo, não há previsão de prazo, nem qualquer tipo de progresso de “status” no processo de validação.

É possível acrescentar imagens do material, o que consideramos indispensável para uma materioteca virtual. Entretanto, percebeu-se que não existe um campo para informar a fonte da imagem, a não ser que a imagem seja editada para incluir nela o texto com a informação de fonte/ autor, caracterizando-se como uma fragilidade relacionada aos direitos autorais.

Outro ponto importante percebido no cadastro é a impossibilidade de se adicionar períodos maiores que meses para determinar o tempo de degradação dos materiais. Identificamos também que algumas propriedades quantitativas, como a dureza, são medidas em uma escala qualitativa de 1 a 5, o que pode ser uma

maneira ineficiente de transmitir tais informações, já que essas grandezas possuem escalas cientificamente aceitas que poderiam ser usadas a fim de evitar o caráter subjetivo.

Análise

Considerando como aspecto de foco deste artigo, a sustentabilidade social, como qualidade de vida de todos os cidadãos, tratamos a promoção da inclusão, acessibilidade, valorização das pessoas, respeito, empatia, harmonia. Lidamos com conexões e formação de redes, e o objetivo de sempre agir para o bem-estar das pessoas, considerando as especificidades existentes.

Tratada de forma ampla, a “acessibilidade é condição de possibilidade para a transposição dos entraves que representam as barreiras” (UFC, 2022) para a efetiva inclusão social, isto é, a participação de todos sem qualquer tipo de distinção entre os indivíduos “nos vários âmbitos da vida social [...], incluindo aquelas de natureza atitudinal, física, tecnológica, informacional, comunicacional, linguística e pedagógica, dentre outras.” (UFC, 2022).

14

Dessa amostragem de materiotecas, a partir da experiência de uso e diálogos com os envolvidos, já se apresentaram características de sua configuração externa, como materiotecas físicas e digitais, possibilitando identificar vantagens e dificuldades dessas configurações, do ponto de vista da experiência do usuário e seu bem-estar ao desenvolver suas atividades.

Os acervos físicos são importantes por proporcionarem aos seus usuários a percepção de características sensoriais e cognitivas impossíveis de serem acessadas de forma virtual (a exemplo das propriedades táteis – como textura, flexibilidade, caimento, frescor – e odoríferas). Por outro lado, existe a dificuldades de gestão do acervo de materiotecas físicas, mantendo-as organizadas e atualizadas, tanto pela gestão quanto pelo aumento da demanda de área com o crescimento do acervo. Assim como em uma biblioteca é necessário que haja uma política de formação e desenvolvimento do acervo da materioteca, considerando aquisição, seleção, avaliação, permuta, doação, remanejamento e descarte. Para organização dos elementos físicos, é preciso definir uma lógica para a disposição e agrupamento dos materiais, normalmente feito organizando-os “por categoria físico-química, por códigos internos (sem relação com as categorias físico

químicas), por fabricante ou por ordem de recebimento” (Dantas; Bertoldi, 2016, p. 63).

Em relação às amostras, materiotecas físicas envolvem aspectos diferenciados como o tamanho da amostra e estratégia de exposição, em função, por exemplo, de sua forma de aplicação, bem como do espaço físico ocupado. Assim, materiotecas possuem desafios também semelhantes a espaços expositivos como galerias e museus.

A materioteca física, por um lado, permite o uso dos diversos sentidos para a percepção do material e, recursos para pessoas com deficiência visual, por exemplo, devem ser utilizados atuando em favor da inclusão. A organização do ambiente e mobiliário da materioteca deve considerar também a acessibilidade, planejando espaços para permitir o acesso de pessoas com dificuldade de locomoção e movimentação, por exemplo.

Por outro lado, as materiotecas virtuais, compostas por elementos digitais, trazem como vantagens o fato de um determinado item poder ser utilizado por diversos usuários, a partir de diferentes localidades, ao mesmo tempo, ampliando suas possibilidades de uso. Assim como os terminais ampliaram o acesso a mainframes físicos nos primórdios da internet, materiais representados digitalmente democratizam o acesso a recursos no ambiente acadêmico.

Mas também do ponto da tecnologia associada à informatização, existem as questões da exclusão digital. Em trabalho que analisa o contexto de biblioteca, que é semelhante ao contexto de uma materioteca, a

[...] tecnologia existente [...] torna-se uma grande barreira da informação, pois o simples fato de desconhecimento do usuário em como acessar, manusear e realizar outros procedimentos pelo e no computador impede a construção de sua autonomia em seu processo de busca pela informação. (Pinheiro, 2014. p.170)

Além deste aspecto da dificuldade de uso de sistemas informatizados por questões de prática e conhecimento, existe também a dificuldade por indisponibilidade de recursos por questões financeiras, uma vez que depende a solução depende de equipamentos (hardware) e programas (software), sistemas e infraestruturas, como a própria internet, adequados para consultas que nem sempre são economicamente acessíveis (IBGE Educa, 2019).

Apesar desses fatores serem atenuados em instituições acadêmicas, contexto principal da nossa abordagem, o fato da inclusão e acessibilidade precisa ser considerado ao se elaborar uma solução de disponibilização desses dados e informações, em especial em se tratando de instituições públicas, que devem atender a pessoas de todas as camadas sociais.

Ao se tratar do bem-estar das pessoas no desenvolvimento de suas atividades lidamos com aspectos ergonômicos. A ergonomia atua na adequação do trabalho ao ser humano, antes (como planejamento e projeto), durante (acompanhamento e controle) e depois (avaliação) da execução da atividade produtiva. Segundo Lida (2005), ocupa-se dos aspectos: 1) físicos, analisando o ser humano e a execução da atividade, incluindo os recursos e o ambiente onde ocorre – lida, portanto, com a anatomia, antropometria, fisiologia, biomecânica, postura, manuseio dos materiais, movimentos repetitivos, distúrbios musculoesqueléticos, postos de trabalho, segurança e saúde; 2) cognitivos, tratando os processos mentais, como percepção, memória, raciocínio e resposta motora – cuidando da carga mental, tomada de decisões, interações com os equipamentos, treinamento; 3) organizacionais, otimizando as estruturas organizacionais, políticas e processos – tratando as comunicações, relações com o grupo enquanto estratégia de execução de projeto e cultura organizacional, condições de atuação presenciais ou remotas, gestão da qualidade da qualidade.

Os esforços dos trabalhos em ergonomia incluem melhorar as características dos sistemas em termos de operabilidade, manutenibilidade, usabilidade, conforto, segurança e saúde visando aumentar a eficiência da relação entre pessoas e sistemas e reduzir as probabilidades de acidentes, danos e erros. E vai ainda além ao buscar experiências de satisfação, conforto, prazer. (Mendonça; Almeida Jr., 2007).

O contexto digital ativa, de modo especial, o conceito e valores da usabilidade que, por sua vez é associada às heurísticas (ou regras de ouro definidas por especialistas da área) para o design de interface do usuário. Os 10 princípios gerais de Jakob Nielsen para design de interação são ferramentas de análise e desenvolvimento do designer. Exemplificando a relação, descreveremos a experiência de uso do Materfad e sua análise utilizando como referência tais heurísticas.

Avaliação e aspectos de usabilidade de uma materioteca virtual

Como citado pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (2002, p.3), usabilidade é definida na ISO 9241 como “medida na qual um produto pode ser usado por usuários específicos para alcançar objetivos específicos com eficácia, eficiência e satisfação em um contexto específico de uso”, sendo eficácia a capacidade de executar tarefa de forma precisa e completa; eficiência, a realização com economia de recursos para conseguir a eficácia; e satisfação, o estado de espírito do usuário com sentimento de conforto e aceitação do trabalho dentro do sistema.

No escopo do uso de materiais no ambiente projetivo, a efetividade pode ser considerada quando buscamos identificar se um material serve aos propósitos práticos ou funcionais determinados, enquanto a eficiência tem relação com critérios qualitativos capazes de ir além do simples cumprimento da função, proporcionando ganhos de desempenho. A satisfação, a ser tratada no contexto específico, depende dos objetivos dos variados atores, considerando que as necessidades vão de aspectos visuais e sensoriais a requisitos técnicos e funcionais.

17

Como ferramenta de análise da Materfad para avaliar aspectos de usabilidade, foram consideradas os 10 princípios propostos por Jakob Nielsen, idealizados a partir da análise de 249 problemas de usabilidade (Nielsen, 1990; Nielsen, 1994; Hollingshead; Novick, 2007). Os critérios são denominados heurísticas pelo fato de serem aspectos de avaliação amplos e baseados em uma visão simplificada de problemas complexos, em oposição a recomendações de usabilidade específicas. Mantendo-se relevantes por mais de 20 anos dentro do design de interfaces, os 10 critérios propostos por Nielsen podem se aplicar a diferentes aspectos da materioteca avaliada.

A análise foi feita pela experimentação do uso do sistema pelos membros da equipe, sob o ponto de vista de cada uma das 10 heurísticas de usabilidade de Nielsen, com o intuito de uma avaliação preliminar, dentro da visão técnica do nosso grupo de pesquisa. Após as experiências individuais, o grupo se reuniu, discutiu e compilou os resultados da análise.

Todas as análises foram feitas tendo em mente a possível aplicação da plataforma como uma materioteca para um ambiente universitário de cursos de Design, isto é, como ferramenta didática de suporte acadêmico e de pesquisa. As pesquisas

foram conduzidas utilizando dois perfis de usuários – profissionais experientes e jovens em formação.

1)Visibilidade do Status do Sistema:

Informações sobre a situação atual do sistema aumenta a segurança e confiança do usuário ao permitir avaliar ações já realizadas e futuras com um certo grau de previsibilidade.

- O site permite visualizar se o usuário está logado no cabeçalho por uma indicação de texto. As funcionalidades disponíveis, como no caso da marcação de materiais favoritos, dependem desta percepção do status do sistema.
- Apresenta o recurso de interface, na seleção de materiais, denominado breadcrumbs (recursos para que o usuário saiba onde está e por onde passou para chegar até ali, permitindo que ele, se desejar, percorra o caminho de retorno); isso amplia o entendimento do usuário sobre o nível da navegação em que se encontra, além de funcionar como uma forma de navegação secundária.

18

2)Compatibilidade entre o sistema e o mundo real:

Utilizando palavras, frases e conceitos familiares ao usuário, o sistema se torna próximo e reconhecível, fazendo com que as informações se apresentem de forma natural e lógica. Interfaces que seguem convenções do mundo real e correspondem aos resultados desejados, tornam mais fácil aprender e lembrar como se usa, criando uma experiência intuitiva.

- O uso de imagens se aproxima de amostras físicas, mas ainda faltam aspectos capazes de se aproximar das dimensões cognitivas da percepção dos acervos físicos.
- Foram identificados aspectos em que as coleções virtuais geralmente são deficientes em apresentar (como tridimensionalidade e texturas); algumas tecnologias podem aprimorar esta percepção, como interfaces hápticas e realidade virtual.

- Com a obrigatoriedade de informar um fabricante para novos cadastros, certos materiais, como os naturais, acabam tendo metadados cadastrados de forma inapropriada.

3) Controle e liberdade para o usuário:

Permitir que o usuário desista de realizar um processo ou desfça uma ação, promove sentimentos de liberdade e confiança, fazendo com que o usuário se sinta no controle da situação. Para evitar erros, o nível de controle e liberdade para o usuário deve observar atentamente a familiaridade do usuário com o conteúdo e contexto.

- A principal ação é o cadastro de novos materiais; aspectos de mediação e aprovação no processo aumentam a percepção de controle por parte do usuário.
- Um feedback consistente e claro aumenta a percepção de liberdade na aprovação de novos cadastros.
- A ferramenta de busca não integra o cabeçalho fixo do site; aparecendo apenas em “Inicio” e “Materiales”, a ferramenta tem sua utilização limitada.
- A busca de materiais feita através da filtragem de resultados por categorias como “País de fabricación” oferecem resultados na intercessão dos filtros utilizados e não na união deles, restringindo mais a busca, ao se clicar em “mais opções”.

4) Consistência e Padronização:

Quando palavras, situações e ações são diferentes dos padrões e convenções estabelecidos, a carga cognitiva dos usuários aumenta de forma indesejada. Além de diretrizes e recomendações definidas por especialistas, a experiência do usuário com ferramentas e recursos semelhantes deve ser considerada.

- Opções do menu como “Servicios” e “Blog” saem do site principal e abrem outra aba do navegador, dificultando a percepção da plena relação entre os recursos do site.

- As opções de menu por localidade dos parceiros (“Barcelona/ Aguas Calientes / Valparaíso / Medellín / Guadalajara / Lisboa”) apresentam resultados diferentes, relacionados a informações de interesse da localidade (como as notícias, que são relacionadas ao conteúdo dos blogs locais). Os padrões que delimitam o conteúdo das diferentes localidades só podem ser percebidos por comparação direta.

- Para cada localidade é necessário fazer o login. No entanto, não é claro o objetivo de se fazer o login de cada parceiro pela falta de clareza nos recursos dependentes da identificação do usuário em cada seção.

5) Prevenção de erros:

Um projeto cuidadoso evita que um erro ocorra, eliminando condições propensas à desatenção e incompatibilidade como o modelo mental do usuário. Caso seja inevitável, a situação deve ser constatada e apresentada ao usuário para que ele confirme a opção, antes de efetivação do resultado.

- Alguns campos da indexação de materiais têm restrições de campos obrigatórios, prevenindo a criação de cadastros incompletos, bem como restrições nas unidades e valores, garantindo a padronização dos formatos utilizados.

- A busca de palavra chave não fornece resultado para termos semelhantes, negando acesso do usuário ao conhecimento já construído pela comunidade e limitando os resultados de busca.

6) Reconhecimento em vez de memorização:

Promovendo uma baixa utilização da memória de curto prazo, a carga cognitiva é reduzida quando elementos, ações e opções da interface estão visíveis quando necessários. Não deve haver obrigação, por parte do usuário, de decorar informações e/ ou dados, de uma parte da interface para outra.

- O uso de imagens no cadastro dos itens e uma boa utilização de estilo tipográfico aprimora a memorização em um ambiente com muitos metadados em formato textual e valores numéricos.

- A ferramenta “Mi Lista” seria capaz de permitir rever materiais de uso frequente, mas aparenta não estar funcionando adequadamente.

7) Eficiência e flexibilidade de uso:

A flexibilidade permite que o design seja adequado para usuários com diversos níveis de experiência, de novatos (ou esporádicos), a experientes (ou frequentes). O uso de atalhos, por exemplo, amplia e acelera a velocidade acesso de usuários frequentes sem incomodar os novatos. A personalização aproxima o usuário da plataforma e faz o usuário participar da experiência de criação.

- O usuário pode chegar a materiais específicos através de diversos caminhos, facilitando o acesso.
- O uso amplo do HTML (em contraste ao uso de imagens ou Flash) amplia características de acessibilidade e a percepção semântica do conteúdo.
- A ferramenta “Añadir a Mi Lista”, apesar de não funcionar em algumas situações, fornece uma forma adicional de acesso aos materiais, além da indexação feita pelos recursos tradicionais do site (categorias do menu, busca por texto, etc.).

8) Estética e design minimalista:

O conteúdo deve ser valorizado no projeto visual e elementos sem função prática devem ser desconsiderados. A relevância dos elementos que compõem a interface deve considerar prioritariamente os objetivos do usuário e a frequência de utilização.

- A interface do site tem poucos elementos funcionais e pode ser considerada simples e de fácil uso. Apesar de consistir em uma vantagem para usuários novatos, esta característica pode ser percebida de forma negativa por usuários experientes.
- A identidade do Materfad é baseada em uma paleta de preto, amarelo e branco sobre um fundo cinza, tendo um contraste alto e sendo facilmente reconhecida; o uso de uma identidade mais neutra poderia valorizar os conteúdos heterogêneos em detrimento de um reconhecimento maior de aspectos da marca.

- Tons de cinza e amarelo são usados como base de conteúdos e o verde e vermelho como cores de alerta (verde em categorias obrigatórias de formulário e aviso de busca sem resultados / vermelho em alerta de “Pendente validar **” de um novo cadastro; ainda que a identidade utilize cores contrastantes e bem saturadas, cores geralmente reservadas para alertas e informações importantes foram preservadas e são de fácil identificação.

9) Reconhecimento, diagnóstico e prevenção de erros:

As mensagens de erro devem ser elaboradas com linguagem simples e objetiva, sem códigos, apresentando o problema e indicando soluções. O tratamento visual das mensagens de erro e a atenção aos aspectos do contexto de uso, auxiliam os usuários a notá-las e reconhecê-las.

- Buscas por palavra-chave que não tiveram resultados válidos sugerem a restrição de critérios a fim de obter mais resultados. Apontar motivos para um erro e sugerir ações é um ponto positivo na construção da experiência do usuário.
- A ferramenta comentários (disponível em uma aba de cada material) poderia ser usada para indicar erros e problemas, mas não fica claro se esta é a intenção dos desenvolvedores. A identificação da ferramenta e local certo para este tipo de contribuição pode aprimorar a base de dados através de uma participação mais consistente e ampla por parte do usuário.

10) Ajuda e documentação:

Mesmo que o sistema seja intuitivo e previsível, uma documentação consistente pode contribuir para a lembrança do modo de uso e para o aprimoramento do emprego de funções avançadas ou pouco utilizadas. O conteúdo da ajuda e da documentação deve facilitar a pesquisa de assuntos, ser conciso e objetivo em relação às atividades do usuário, listando o passo-a-passo requerido.

- O site conta com um arquivo PDF que oferece ajuda limitada sobre a ferramenta.

- Um pictograma com o símbolo de interrogação, que pode ser clicado em diversas oportunidades para receber ajuda em tópicos específicos é um ponto positivo na ajuda ao usuário.
- O conteúdo da ferramenta “Ajuda” poderia ampliar o suporte ao usuário, caso fosse oferecido em outra forma de organização ou formato.

Apesar da abrangência limitada de especialidade do grupo de analistas, demonstramos o potencial dos critérios heurísticos sugeridos por Nielsen de indicar acertos e melhorias a serem implementadas no sistema do Materfad. A ampliação de perfis e casos de aplicação tem o potencial de produzir uma avaliação mais completa para a qualidade pretendida ao sistema.

Análises dos Resultados

As análises feitas detalhando aspectos da sustentabilidade, necessidades específicas do ponto de vista do Design, levantaram uma série de possibilidades e requisitos para a constituição de uma materioteca para o contexto da arquitetura, urbanismo, engenharia e design.

Dos casos analisados, a Materioteca Sustentável da UFSC e a Materialize da FAU/ USP são materiotecas acadêmicas, centralizadas, com configuração física e virtual. Internamente, os materiais são organizados em grupos, subgrupos e tipos, baseados nas suas propriedades físico-químicas. Já o Materfad, é um sistema do centro que realiza pesquisa e vigilância tecnológica para prestar serviços de consultoria e treinamento para universidades e centros tecnológicos, profissionais e empresas. Também utiliza a classificação em famílias a partir de características físico-químicas, mas famílias divididas em subcategorias, utilizando critérios não ortodoxos, como “metais” agrupados por arbitração de densidade e pureza e como “híbridos e/ ou processados” cujos materiais categorizados têm uma mescla de composições que poderiam compor outras famílias. Apesar da referência comum das características físico-químicas, cada materioteca utiliza uma classificação diferente o que não facilita a busca e a homogeneidade das informações ao ter como referência esses diferentes sistemas.

Enfatizando aqui as questões de sustentabilidade social, no contexto da ergonomia (que se ocupa com a busca por condições de atuação que mantenham o bem-

estar do ser humano) foram tratadas, em especial, a relevância da usabilidade dos sistemas. Apesar da abrangência limitada de especialidade do grupo de analistas, pode ser explorado o potencial dos critérios heurísticos sugeridos por Nielsen e, a partir da aplicação em um caso específico, o Materfad, indicar características desejáveis uma materioteca virtual. A ampliação de perfis e casos de aplicação tem o potencial de produzir uma avaliação mais completa para a qualidade pretendida ao sistema.

Assim, o desenvolvimento deste trabalho possibilitou a identificação de características e configurações possíveis no contexto das materiotecas:

a) Do ponto de vista interno, relacionado ao conteúdo da materioteca:

- existem diferentes possibilidades de classificação e organização dos materiais;
- a sustentabilidade é abordada tratando os dados e informações apresentados sobre os materiais;

b) Do ponto de vista externo, relacionado à materioteca como recurso

- a materioteca pode ser centralizada ou distribuída;
- pode ser constituída por recursos físicos (materioteca física) e/ ou digitais (materioteca virtual)

c) Do ponto de vista da sustentabilidade dos recursos, físicos ou digitais

- precisam abordar aspectos sociais como sua boa usabilidade, inclusão e acessibilidade
- precisam ter características que garantam, não só sua construção como sua manutenção envolvendo sua infra-estrutura e pessoal.

d) Quanto aos atores:

- Podem servir a usos acadêmicos ou comerciais, de pesquisa ou para divulgação de produtos e serviços.

A configuração mais adequada vai depender de cada contexto, mas a formação de uma rede de materiotecas é inicialmente uma solução promissora.

Considerações Finais

Em relação à configuração física ou virtual, vimos que prescindir de qualquer uma das partes significa não ter acesso à parte dos dados e informações importantes para se fazer as escolhas mais adequadas em um projeto. Em maior ou menor grau, as configurações das materiotecas atuais têm elementos físicos e digitais. A constante inovação no âmbito dos materiais demanda um sistema flexível que permita a inclusão, exclusão e substituição de elementos, bem como abranja formas variadas de agrupamentos e comparações em função do objetivo do projeto. Os recursos digitais têm o potencial de oferecer essa flexibilidade, como as interfaces hápticas e realidade virtual. É também desejável sistemas flexíveis de catalogação, como a web semântica, que lidam com uma rede de significados.

Ressaltamos também aspectos de sustentabilidade interna (que lida com seu conteúdo enquanto dados e informações disponíveis) e externa (que trata a materioteca como recurso). É altamente desejável ter uma materioteca abrangente, inclusiva e acessível, que permita a formação de especialistas que dominem todos os aspectos da sua prática, e tenham consciência do seu papel para uma sociedade sustentável.

Experimentamos a pluralidade dos elementos envolvidos e a variedade de iniciativas existentes. Aqui tocamos nas opções de configuração centralizada/ distribuída. Apesar do domínio do controle que a configuração centralizada permite, nos parece promissora a configuração distribuída, uma vez que a formação de redes é um recurso para tratar a complexidade. Assim, esta é uma iniciativa que teria muito a ganhar com a parceria de instituições que tenham interesses afins para a produção de uma materioteca sólida, com dados qualitativos e quantitativos, capaz de atender os requisitos ideais de forma abrangente.

Disponibilizar um repositório que permita o acesso à diversidade de dados e tipos de mídias, físicas e digitais, úteis desde o briefing até a implementação do projeto favorece a formação de profissionais bem qualificados e sua instrumentalização

para o desenvolvimento de projetos, produtos e serviços sustentáveis e de alta qualidade.

Assim, é preciso desenvolver estratégias para estabelecer parcerias sólidas para a evolução desse projeto que, espera-se, culmine na construção de uma materioteca que seja um instrumento constante para projetos de estudos, pesquisa e extensão. Dentre elas está o diálogo com profissionais e instituições acadêmicas ou comerciais e com objetivos afins, envolvendo a sociedade e o governo, uma vez que todos têm a se beneficiar com a qualidade desse contexto.

Também é necessário o trabalhar para o envolvimento de toda a comunidade acadêmica estimulando a curiosidade sobre o tema e contribuindo para a sua percepção da sua importância do tema

Deste modo, iniciativas de sucesso devem coordenar os diversos interessados: a academia, com sua administração, seu corpo docente e discente; o governo; a sociedade e as empresas. Para, efetivamente, se alcançar a sustentabilidade integral é necessário que seja tratada como um modo de pensar inerente a todos.

26

Referências

AQUINO, A. R. DE *et al.* **Sustentabilidade Ambiental**. 1ª ed. ed. Rio de Janeiro: Rede Sirius; OUERJ, 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9241-11: Requisitos Ergonômicos para Trabalho de Escritórios com Computadores: Parte 11 – Orientações sobre Usabilidade**. Rio de Janeiro, p. 3. 08/ 2002. Disponível em https://www.inf.ufsc.br/~edla.ramos/ine5624/_Walter/Normas/Parte%2011/iso9241-11F2.pdf. Acesso em: mai. 2023

BRUNDTLAND, G. H. **Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future**. Oslo: [s.n.]. Disponível em: <<https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/5987our-common-future.pdf>>. Acesso em: nov. 2023.

DANTAS, D.; BERTOLDI, C. A. **Sistema de catalogação e indexação de amostras de materiais orientado a projetos de design para uso em materiotecas**. DATJournal, v. 1, n. 2, p. 62–75, 2016.

HOLLINGSHEAD, T. NOVICK, D. G. **Usability inspection methods after 15 years of research and practice**. SIGDOC 2007, pp. 249–255.

IGBE EDUCA. **Uso de Internet, televisão e celular no Brasil**. Disponível em: <<https://educa.ibge.gov.br/criancas/brasil/2697-ie-ibge-educa/jovens/>>

materias-especiais/21581-informacoes-atualizadas-sobre-tecnologias-da-informacao-e-comunicacao.html>. Acesso em: 28/06/2022

IIDA, I. **Ergonomia: Projeto e Produção**. 2a ed. São Paulo: Editora Edgard Blücher, 2005.

LABDESIGN – FAU USP. **Materialize - Acervo de materiais para design e arquitetura da FAU USP**. Disponível em: <<http://www.materialize.fau.usp.br/>>. Acesso em: 10 out. 2023.

LIBRELOTTO, L. I.; FERROLI, P. C. M. **Sistema de classificação e seleção dos materiais: leitura integrada de amostras físicas e catálogos virtuais em materioteca com ênfase na aplicação da ferramenta FEM e análise da sustentabilidade**. Revista de Design, Tecnologia e Sociedade, v. 3, n. 2, p. 119–133, 2016.

MATERFAD. **Materfad Barcelona**. Disponível em: <<http://es.materfad.com/ques-materfad/1/materfad-barcelona>>. Acesso em: 3 fev. 2022.

MATERFAD. **Materiales**. Disponível em: <<http://es.materfad.com/materiales>>. Acesso em: 8 mar. 2023.

MENDONÇA, R. M. L. O. **Systemic Network Innovation and Its Application in the Brazilian Context of the “Estrada Real”**. Torino, Politecnico di Torino, 2014.

MENDONÇA, R. M. L. O.; ALMEIDA JR., G. **Para uma ergonomia abrangente no mercado moveleiro. 4º Congresso Internacional de Pesquisa em Design. Anais...**Rio de Janeiro: 2007.

NAÇÕES UNIDAS BRASIL. **A ONU e o meio ambiente**. Disponível em: <<https://brasil.un.org/pt-br/91223-onu-e-o-meio-ambiente>>. Acesso em: nov. 2023.

NASCIMENTO, E. P. DO. **Trajatória da sustentabilidade: do ambiental ao social, do social ao econômico**. Estudos Avançados, v. 26, n. 74, p. 51–64, 2012.

NIELSEN, J. Heuristic evaluation. In Nielsen, J., and Mack, R.L. (Eds.), **Usability Inspection Methods, John Wiley & Sons**, New York, NY, 1994.

NIELSEN, J.; MOLICH, R. **Heuristic evaluation of user interfaces**. Proc. ACM CHI'90 Conf. Seattle, WA, 1–5 April, 1990, pp 249–256.

PINHEIRO, A.C. **A exclusão digital e sua interferência no processo de desenvolvimento em competência informacional dos usuários da biblioteca do Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial de Minas Gerais (SENAI/MG) do município de Matozinhos**. Encontros Bibli: revista eletrônica de biblioteconomia e ciência da informação, v. 19, n.41, p. 157–174, set./dez., 2014.

SCIENCE DIRECT. **Smart Material**. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/topics/chemistry/smart-material>>. Acesso em: 3 fev. 2023.

SILVA, S. S. DA. Paradigmas ambientais nos relatos de sustentabilidade de organizações do setor de energia elétrica. **RAM- Revista de Administração Mackenzie**, v. 12, n. 3, p. 146–176, 2011.

SILVA, S. S. DA. Proposta de um modelo de análise do comprometimento com a sustentabilidade. **Ambiente e Sociedade**, v. 17, n. 3, p. 35–54, 2014.

UFC. **Conceito de Acessibilidade: Conceito**. Disponível em <https://www.ufc.br/acessibilidade/conceito-de-acessibilidade>. Acesso em 20/06/2022.

UFSC. **Materioteca Sustentável**. :<<https://materioteca.paginas.ufsc.br/>>. Acesso em: 10 out. 2022.

NOTAS

Agradecimentos

A equipe agradece o apoio recebido pelo Programa Institucional de Apoio à Pesquisa (PAPq) da UEMG para realização do projeto “Materioteca como recurso sustentável da Escola de Design/UEMG”, fonte deste artigo.

Aprovação do texto

Texto selecionado pela Comissão científica do ENSUS 2023 para compor o Dossiê Temático ENSUS 2023 na Revista Jatobá.

Publisher

Universidade Federal de Goiás. Programa de Pós-graduação Projeto e Cidade. Publicação no Portal de Periódicos UFG.

As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião dos editores ou da universidade.

RECEBIDO EM: 09/08/2023

APROVADO EM: 09/08/2023

PUBLICADO EM: 03/12/2023