



conectus

tecnologia, gestão e conhecimento

v.1, n.4, novembro/dezembro 2021

ISSN 2763-8251



Revista *Conectus*

v.1 n.5, nov./dez. 2021.

ISSN 2763-8251



Equipe técnica

Editora científica: Dra. Carla Eliana Todero Ritter (Uniftec)

Editora científica: Dra. Débora Frizzo (Uniftec)

Editor técnico: Dr. Gilberto Broilo Neto (Uniftec)

Editora técnica: Esp. Danielle Braga Moita (Uniftec)

Editores convidados: Msc Graciane Berghahn Konzen (Faculdade FTEC Novo Hamburgo) e

Msc. Eduardo da Motta Xavier (FTEC Bento Gonçalves)

Revisão gramatical: Esp. Tauana Borges Andreola

Capa: Gilberto Broilo Neto

Publicação sob responsabilidade de:

Centro Universitário Uniftec

Rua Gustavo Ramos Sehbe, 107

Cinquentenário

Caxias do Sul - RS - CEP 95012-669

(54) 3027-1300

Débora Frizzo: Doutora em Psicologia do Desenvolvimento pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

<http://lattes.cnpq.br/6069561431287231>

Carla Eliana Todero Ritter: Doutora em Biotecnologia pela Universidade de Caxias do Sul.

<http://lattes.cnpq.br/81444344272103055>

Danielle Braga Moita: Especialista em Administração Estratégica de Serviços.

<http://lattes.cnpq.br/77732071667006166>

Eduardo da Motta Xavier: Doutorando em Engenharia de Produção pela Universidade do Vale do Rio dos Sinos.

<http://lattes.cnpq.br/0227966874302631>

Gilberto Broilo Neto: Doutor e Mestre em Letras, Cultura e Regionalidade pela Universidade de Caxias do Sul.

<http://lattes.cnpq.br/0359119466164768>

Graciane Berghahn Konzen: Mestre em Qualidade Ambiental pela Universidade Feevale.

<http://lattes.cnpq.br/0113888849668796>

Tauana Borges Andreola: Graduada em Letras e Biblioteconomia, especialista em Estudos de Gramática da Língua Portuguesa pela Universidade de Caxias do Sul.

<http://lattes.cnpq.br/8955300530827052>



Portal de homologação e avaliação fornecedores	6
Condensação em edificações: uma pesquisa bibliográfica	34
Percepção da aplicação de aulas no formato on-line por alunos de cursos presenciais de nível superior	60
Monitoramento de vazão de gás industrial Via Lorawan	80

Portal de homologação e avaliação fornecedores

TARCISO PEDROSO¹

PROF. DR. ANTONIO FERNANDO ROSA DINI²

Data de submissão: 31/10/2021. Data de publicação: 31/12/2021.

RESUMO

O presente artigo apresenta a proposta de implementação de um portal de Homologação e Avaliação de Fornecedores que permita que o fornecedor seja convidado para realizar o seu cadastro inicial, passando pela homologação das pessoas do setor de qualidade da companhia, chegando até a assinatura do contrato para fornecimento de produtos e ou serviços. Para o aperfeiçoamento dos processos de avaliação dos fornecedores, será analisado um estudo de caso prático, de caráter exploratório e descritivo, com pesquisa de levantamento de dados documentais e coleta de informações através de questionários estruturados. Este estudo, será realizado com a finalidade de acompanhar e verificar o desempenho dos fornecedores homologados, realizando o monitoramento mensal dos indicadores, que será efetuado em uma empresa de grande porte, do segmento calçadista, situada na região da serra do Rio Grande do Sul.

Palavras-chave: Portal; Fornecedor; Homologação; Desempenho; Monitoramento; Avaliação, Empresa.

1 INTRODUÇÃO

No mundo globalizado, com o aumento da competitividade e o crescimento desenfreado da busca da tecnologia da informação tornaram-se uma realidade, desafiando as organizações a buscarem novas formas para se manterem competitivas. Nestes novos contextos, os avanços da ciência e da tecnologia vêm contribuindo para a ampliação dos processos comerciais e de fornecimento, atualmente impulsionados pelas tecnologias da informação e da comunicação.

Nesta busca de manter se atualizados e competitivos os fornecedores precisam estar cada vez mais qualificados e capacitados para atender o mercado seja ele de produtos e serviços. Visando as exigências dos sócios e acionistas requerem sistemas internos que apresentem confiabilidade das informações processadas internamente.

¹ Pós-graduando do MBA em Gestão Empresarial pelo Centro Universitário Uniftec de Caxias do Sul, pós-graduado no MBA em Gestão da Tecnologia da Informação, graduado em Bacharel em Ciências Contábeis pelo Centro Universitário UCS de Caxias do Sul.

² Doutor em Ciências Militares. Administrador (UNISUL - SC), é especialista em Gestão de Pessoas (UFRRJ-Rio RJ) e Economia Monetária (FunRE - Santa Maria -RS). Especialista em Política e Estratégia pela Escola Superior de Guerra - RJ. Coordenador da Escola de Negócios do Centro Universitário Uniftec.



A cadeia de suprimentos é um método para coordenar todas as atividades envolvidas no processo de produção, tornando-as mais ágeis e com menor custo. Ou seja, esse mecanismo ajuda, principalmente, a otimizar os processos da operação e trazer mais lucro à empresa. E muito se engana quem acha que esse modelo só diz respeito ao sistema logístico em si.

Essa metodologia foi criada para solucionar um dos principais desafios das empresas: gerenciar toda a estrutura da cadeia produtiva, considerando os diversos autores envolvidos nesse processo. Com isso, o objetivo é gerenciar os fluxos de bens, serviços, finanças e informações dentro de uma cadeia integrada com diversos participantes, incluindo: fábrica, fornecedores e clientes finais.

Seja em grandes ou pequenos negócios, sempre existirá uma cadeia de suprimentos. Ela pode ser simples, compreendendo seu negócio, seus clientes e seus fornecedores. E pode ser mais complexa, envolvendo, por exemplo:

- Fornecedores de fornecedores;
- Representantes;
- Provedores de serviços terceirizados e intermediários.

A tecnologia da informação está intrinsecamente ligada com a eficiência de um SCM, ferramentas que auxiliam empresa e fornecedores na gestão e promoção das atividades e fluxo de produtos e de informação mais interligadas entre si, agilizando todos os processos da empresa.

O estudo da logística 4.0 é um dos assuntos mais discutidos na área de logística e gestão da cadeia de suprimentos (Wang, 2016 ; Strandhagen et al., 2017). Existem várias tecnologias de capacitação bem conhecidas para logística 4.0, como Internet das Coisas (IoT), Big Data Analytics (BDA), Nuvem, Blockchain, Impressão 3D, Crowdsourcing, entre outras. O termo Logística 4.0 inclui a aplicação de tecnologias emergentes, buscando melhorias de eficiência nos processos logísticos (Pfohl et al., 2015). No entanto, pouco se sabe sobre o nível de adoção e / ou interesse dessas tecnologias no mercado, principalmente entre os profissionais de logística e gestão da cadeia de suprimentos em um país em desenvolvimento como o Brasil.

No atual cenário das organizações, o setor compras de empresas bem-sucedidas é visto como atividades de importância estratégica, deixando de ser um simples processo de escolha de fornecedores baseado no menor preço de seus insumos (Baily, 2009). Para Slack et al. (2006) e Baily (2009), existem alguns objetivos básicos da atividade compras denominadas



"os cinco corretos de compras": preço correto; entrega no momento correto; produtos e serviços da qualidade correta; quantidade correta e fonte correta.

Atualmente, clientes e fornecedores vêm desenvolvendo um relacionamento mais próximo, baseado na confiança, compromisso, troca de experiências. Segundo Baily (2009), existe uma tentativa, entre clientes e fornecedores, de um relacionamento mútuo por longos períodos beneficiando a ambos. O mesmo autor ainda defende que essa relação envolve contato contínuo com o objetivo de agregar valor e diminuir custos. Para melhor desenvolver esse relacionamento com os fornecedores, compradores têm a tarefa de selecionar aqueles que irão cumprir os critérios pré-estabelecidos de fornecimento: qualidade, prazos, preços, volume, potencial de abastecimento, entre outros, e que estejam dispostos a se comprometerem.

2 REFERENCIAL

Segundo Wanke (2010), a gestão da cadeia de suprimentos atualmente é considerada como uma poderosa ferramenta estratégica pelas organizações na busca por inovações, gestão eficiente do fluxo de materiais, produtos e informações, tendo por objetivo melhorar o relacionamento entre fornecedores, indústria e clientes.

Para Arnold (1999), compras têm a responsabilidade de encontrar fornecedores adequados para suprir a empresa e negociar preços. A escolha do provedor que irá abastecer a empresa com os materiais certos exige esforços de vários departamentos além de compras, como de marketing, engenharia e produção, tornando o processo global de compras responsabilidade da empresa como um todo.

Conforme Bowersox et al. (2014) a logística representa o condutor principal de bens e serviços dentro do arranjo da cadeia de suprimentos empresarial, sendo determinante para garantir eficácia, eficiência, relevância e sustentabilidade no processo produtivo. A logística pode ser entendida como um subconjunto de atividades que ocorre no núcleo da cadeia de suprimento, abrangendo todas as ações necessárias para a movimentação de produtos e informações de, para e entre os membros da cadeia de suprimentos.

Para Shi et al. (2017) um modelo de avaliação apropriado aumenta a eficiência da rede de fornecimento, através da identificação de fornecedores com performance satisfatória e do consequente aumento do fluxo de negócios com os mesmos. Por outro lado, também se espera de um modelo de avaliação o subsídio para o rompimento das relações comerciais de fornecedores com desempenho abaixo do esperado. Assim, a gestão efetiva dos fornecedores



e da cadeia de abastecimento é um fator determinante para aumentar o desempenho organizacional.

Zu e Kaynak (2012) afirmam que é necessário que as empresas, em uma cadeia, estabeleçam relações de cooperação com os fornecedores no que diz respeito à gestão da qualidade e melhorias. Nesse sentido, surgem estudos que associam a gestão da qualidade à gestão da cadeia de suprimentos, considerando os principais fatores que devem ser explorados pelos membros da cadeia para alcançarem vantagens competitivas.

Para Manders, Caniels e Ghijsen (2016) as organizações devem ser flexíveis para as mudanças de demandas de seus clientes, mas também para a evolução tecnológica e inovação. A complexidade e as incertezas que permeiam a cadeia de fornecimento caracterizam a flexibilidade que o fornecedor deverá ter para poder atender seu cliente com plenitude.

Sena (2015) afirma que a avaliação de fornecedores é extremamente importante para essa relação, embora não seja tão fácil, pois assim é possível o comprador identificar quais são os pontos positivos e negativos do vendedor, ajudando a definir os pontos de falha, quais fornecedores são confiáveis, quais devem ser dispensados. Existem várias formas de avaliar a capacidade de um fornecedor: histórico da empresa, benchmarking com outras empresas, qualificação de novos fornecedores (visita técnica ao fornecedor), indicações de fabricantes de equipamentos instalados na empresa, indicação de associação de classe. É importante ressaltar que esse é um processo contínuo, que auxilia fornecedores a atenderem os requisitos estabelecidos pelos compradores, estes podem elaborar um manual de fornecedores específico para o tipo de produto que necessitam comprar.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

O presente artigo demonstra um estudo de caso prático, de caráter exploratório-descritivo, com pesquisa e levantamento de dados documentais e coleta de informações através de questionários estruturados. Este estudo foi realizado em uma empresa de grande porte, do segmento calçadista situada na região da serra do Rio Grande do Sul, e teve como objetivo central a criação de um portal que permita que o fornecedor seja convidado para realizar o seu cadastro inicial, passando pela homologação do setor de qualidade da companhia, chegando até a assinatura do contrato para fornecimento de produtos e ou serviços.

Este sistema irá permitir que a empresa avalie o desempenho da cadeia de fornecimento, não somente no âmbito de qualidade e entrega, mas, com o compromisso de



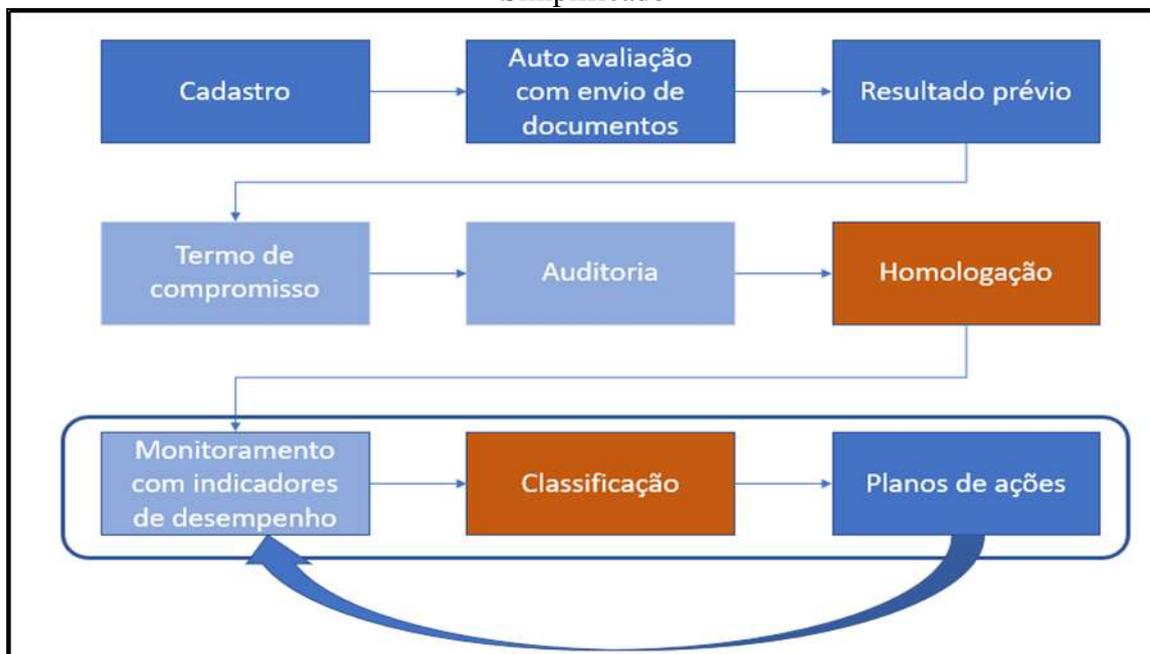
uma empresa sustentável, seguindo as métricas avaliativas definidas pela ONU. Com essa ferramenta, será possível comprovar a situação legal dos fornecedores, atendimento a requisitos de gestão, desenvolvimento de produto, meio ambiente, responsabilidade social, saúde e segurança do trabalho. Isso impulsiona o fortalecimento das marcas da companhia, pois permite a participação a prêmios internacionais, tais como Índice de Transparência Fashion Revolution. No ano de 2020 duas das marcas da companhia estão participando da premiação, sendo cumprido apenas parte dos requisitos necessários devido à falta de informatização.

O Portal de Avaliação tem como objetivo principal realizar o monitoramento de desempenho dos fornecedores, além de potencializar a concorrência e propiciar análise adequada dos parceiros de fornecimento da empresa. Essa ferramenta deve transparecer o nível de serviço prestado, para que ações sejam realizadas para a correção de rumo, ou diagnosticar futuros problemas mais rapidamente, além de manter os fornecedores envolvidos engajados no atendimento as metas. Aprimorar o processo de negociação de contratos e reajustes de preços. Vale ressaltar que a qualidade dos materiais e serviços, cumprimento de prazos, lead time, custos, impactam diretamente nos resultados operacionais da companhia.

A ferramenta também visa apoiar a realização de auditorias externas que garantem a continuidade das licenças para fabricação de brinquedos, auditorias de clientes, certificação ABVTEX (Associação Brasileira do Varejo Têxtil). Isso também mitiga os riscos jurídicos em casos de inconformidade, devido a informatização das métricas criadas para avaliação de fornecedores.

O modelo de avaliação contém as etapas do fluxo simplificado exposto abaixo:

Figura 1 – Fluxo Simplificado



Fonte: adaptado pelo autor (2020).

A seguir iremos destacar os processos que envolvem estas atividades do portal.

3.1 HOMOLOGAÇÃO DE FORNECEDORES

Uma vez identificado um fornecedor potencial deve-se comunicar a equipe da qualidade, que conduzirá o processo de homologação, de modo a identificar a sua capacidade em atender as exigências da companhia.

O processo de homologação de novo fornecedor é dividido em quatro etapas distintas:

- Autoavaliação;
- Aceite das condições de fornecimento;
- Auditoria de homologação; e
- Assinatura de contrato para fornecimento.

3.2 ETAPA 01 – AUTOAVALIAÇÃO

Inicialmente o pessoal da qualidade da companhia envia ao fornecedor indicado, o QUESTIONÁRIO DE AUTOAVALIAÇÃO.



Através do preenchimento do QUESTIONÁRIO DE AUTOAVALIAÇÃO, bem como do envio de documentos requeridos através dele, o fornecedor deve demonstrar ser capaz de atender os requisitos prévios da companhia.

Os requisitos prévios englobam questões relacionadas a capacidade de realizar o atendimento às necessidades da gestão da qualidade e sustentabilidade da empresa.

Uma vez recebida toda documentação requerida, o pessoal da qualidade analisa e define o status do fornecedor, considerando APROVADO o fornecedor que estiver com toda documentação solicitada em dia, que deve atingir no mínimo 80% de conformidade dos requisitos e atender todos itens classificados como críticos. Os fornecedores que não atenderem esse critério são considerados REPROVADOS.

Os fornecedores APROVADOS estão aptos a passar para a segunda etapa do processo de aceite das condições de fornecimento.

A aprovação tem validade máxima de 12 meses, tendo que ser renovada caso o processo de homologação não tenha seguido adiante e se tenha interesse numa parceria.

Na aba do “Questionário de Autoavaliação” terá a seguinte informação.

Caro Fornecedor,

O preenchimento deste formulário é a oportunidade de apresentar sua empresa, de forma objetiva, à nossa companhia. Caso sua empresa possua mais de uma planta industrial, deve responder um questionário separado para cada uma delas. Conforme solicitado ao longo do formulário, será necessário enviar os documentos requeridos de modo a evidenciar o atendimento de alguns requisitos.

Quadro 1 – Questionário de Autoavaliação – Informações da empresa

Responsável pelo preenchimento (nome e função):		Data:	
INFORMAÇÕES DA EMPRESA			
Razão Social:		Nome Fantasia:	
CNPJ:		Inscrição estadual:	
Endereço:		Inscrição municipal:	
Cidade:		CEP:	
Estado / País:		Fone:	

Fonte: adaptado pelo autor (2020).

Abaixo relacione os principais contatos da sua empresa, incluindo no mínimo a direção e responsáveis por vendas, programação, produção, qualidade e sustentabilidade:



Quadro 2 – Questionário de Autoavaliação – Contatos

Nome	Cargo / Função	Telefone	E-mail
1.			
2.			

Fonte: adaptado pelo autor (2020).

Abaixo informe os dados solicitados baseados na situação atual da empresa:

Quadro 3 – Questionário de Autoavaliação – Informações gerais

INFORMAÇÕES GERAIS	
Ramo de atividade:	Principais produtos e serviços fornecidos:
Nº de turnos:	Nº total de funcionários:
Nº de Funcionários por turno de trabalho:	Nº total de funcionários indiretos:
Área útil:	Área construída:
Área total:	Ano Fundação:
Principais matérias primas e seus fornecedores:	Principais clientes:
As instalações são próprias ou alugadas?	Possui seguro das instalações? E possui cobertura de seguro ambiental?
A empresa possui Áreas de Preservação Permanente (APP) ou Reservas Legais em suas propriedades ou propriedades de terceiros (alugadas, arrendadas ou recebidas como garantia)? O gerenciamento e controle sobre as mesmas é adequado e atende aos requisitos legais aplicáveis? Detalhe.	
A empresa possui algum passivo ambiental? Se houver, como é gerenciado?	A empresa já recebeu alguma sanção administrativa ou inquérito / processo de natureza ambiental (civil ou criminal)?
Qual sua política quanto a prazo de pagamento? Há diferenciação da taxa conforme o prazo?	Qual sua política de preço? Há desconto com aumento dos volumes?
Capacidade produtiva MENSAL total:	A empresa trabalha com planilha de custo aberta?
Capacidade produtiva MENSAL por produto / serviço fornecido:	Possui serviço de manutenção e/ou ferramentaria própria?
Há reserva de capacidade ou habilidade em atender demandas inesperadas? Como?	A empresa possui serviço logístico para entrega junto as unidades?
Faturamento do MENSAL atual:	Faturamento TOTAL do último ano:
Produção MENSAL atual:	Produção TOTAL do último ano:

Fonte: adaptado pelo autor (2020).

Quadro 4 – Questionário de Autoavaliação – Avaliações periódicas

INFORMAÇÕES QUANTO A AVALIAÇÕES PERIÓDICAS
Passa por alguma outra avaliação e/ou auditoria de clientes? () Não () Sim.
Se sim, quais os clientes e qual o seu status como fornecedor desses clientes?
Possui alguma certificação? () Não () Sim () Em fase de implementação () Possui sistema de gestão não certificado. Qual?
Qual certificação? () ISO 9001 () ISO 14001 () OHSAS 18001 () SA 8000 () WRAP () ABVTEX () Oeko Tex () OEA () Outra: qual?.....
Detalhar (validade do certificado, órgão certificador, periodicidade das auditorias externas, data da última auditoria externa ou data prevista para certificação):

Fonte: adaptado pelo autor (2020).



DOCUMENTOS A SEREM ENVIADOS QUANDO APLICÁVEIS:

- CADASTRO DO CNPJ
- INSCRIÇÃO ESTADUAL
- INSCRIÇÃO MUNICIPAL
- ALVARÁ MUNICIPAL ATUALIZADO
- CÓPIA DO ORGANOGRAMA OU DOCUMENTO QUE DEMOSTRE A ESTRUTURA ORGANIZACIONAL DA EMPRESA
- CÓPIA DE EXEMPLOS DE FICHAS TÉCNICAS DOS SEUS PRODUTOS
- CÓPIA DA LICENÇA AMBIENTAL
- CÓPIA DO ALVARÁ DOS BOMBEIROS
- CÓPIA DO CERTIFICADO DE REGULARIDADE DO CTF JUNTO AO IBAMA
- CÓPIA DA LICENÇA DA POLÍCIA FEDERAL E/OU EXÉRCITO PARA USO DE PRODUTOS QUÍMICOS CONTROLADOS
- CÓPIA DA ART – ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA DO TRATAMENTO DE EFLUENTES
- CÓPIA DA ART – ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA DA ATIVIDADE PRINCIPAL DA EMPRESA
- CÓPIA DA OUTORGA PARA USO DE ÁGUA SUBTERRÂNEA E/OU SUPERFICIAL EM CASO DE USO DAS MESMAS
- CÓDIGO DE CONDUTA
- CND - CERTIDÃO NEGATIVA DE DÉBITOS RELATIVOS A CRÉDITOS TRIBUTÁRIOS FEDERAIS E À DÍVIDA ATIVA DA UNIÃO
- CND - CERTIDÃO NEGATIVA DE DÉBITOS PREVIDENCIÁRIOS (INSS E FGTS)
- RELATÓRIO ATUALIZADO DO SERASA, INCLUINDO A NOTA DA EMPRESA
- CÓPIA DAS CERTIFICAÇÕES VÁLIDAS

Quadro 5 – Questionário de Autoavaliação – Processos

INFORMAÇÕES QUANTO AOS PROCESSOS
Descreva ou represente de forma sintética os processos que compõem o negócio de sua empresa:

Fonte: adaptado pelo autor (2020).

Quadro 6 – Questionário de Autoavaliação – Gestão ambiental

INFORMAÇÕES QUANTO À GESTÃO AMBIENTAL
Descreva de forma sucinta como a empresa atua com relação à:
a) Adesão formal e pública a compromissos sobre mudança do clima;
b) Práticas baseadas na Agenda 2030 e pelos ODS (Objetivos do Desenvolvimento Sustentável) nela referidos (consulte https://nacoesunidas.org/pos2015/)
c) Elaboração de estudo de pegada de carbono ou ciclo de vida de algum de seus produtos (bens ou serviços);
d) Relacionamento com suas partes interessadas e busca pelo engajamento em suas atividades e decisões; e
e) Adoção de programa de sensibilização e educação que aborde o tema da sustentabilidade.

Fonte: adaptado pelo autor (2020).

3.3 ETAPA 02 – ACEITE DAS CONDIÇÕES DE FORNECIMENTO

Uma vez selecionado a participar de um projeto, a empresa envia o MANUAL DE FORNECEDORES e alinha com o FORNECEDOR APROVADO na AUTOAVALIAÇÃO questões comerciais, técnicas, de qualidade, fabricação, engenharia, compras, entrega e sustentabilidade.

O grande objetivo do alinhamento é dar ao fornecedor um entendimento detalhado das necessidades da empresa, que são apresentadas neste Manual.

Estando esclarecidas as necessidades da empresa, o Fornecedor deve declarar formalmente estar ciente das mesmas e comprometido em atendê-las.



O modelo da DECLARAÇÃO DE CIENCIA E COMPROMISSO DO FORNECEDOR está apresentado da seguinte forma.

Responda o questionário abaixo marcando com “X” a coluna correspondente à sua resposta. Só é possível escolher uma coluna por pergunta. O campo comentários deve ser utilizado para justificar os casos em que o requisito não é aplicável e para dar as respostas às perguntas descritivas. Caso o fornecedor entenda que alguma sistemática ou forma de atuação deve ser esclarecida, pode usar o campo comentários para esse fim também.

Quadro 7 – Questionário de Autoavaliação – Aceite das condições de fornecimento

	Item crítico	Requisito	Não atende	Atende parcial	Atende	Não aplicável	COMENTÁRIOS
1	X	Possui Alvará de funcionamento válido?					
2	X	A empresa não possui pendência relacionada no SERASA? E qual a nota no SERASA?					
3	X	Possui Alvará do Corpo de Bombeiros válido?					
4	X	Possui Licença de Operação emitida pelo órgão ambiental competente válida?					
5	X	Possui regularizada a situação do cadastro técnico federal (CTF) junto ao IBAMA?					
6	X	Possui licença da Polícia federal e/ou Exército para uso de produtos químicos controlados?					
7		Possui outorga para uso de água válida?					
8	X	No caso de empresa de embalagens, possui certificação FSC (Conselho de Manejo Florestal) para embalagens de madeira, papel e papelão fornecidas?					
9		Possui Código de Conduta?					
10	X	Existe PPRA – Programa de Prevenção de Riscos Ambientais e PCMSO – Programa de Controle Médico e de Saúde Ocupacional válido? Qual a validade dos mesmos?					
11	X	A empresa está em dia com os depósitos de FGTS e INSS dos funcionários?					
12		Possui organograma estabelecido ou outra forma de demonstrar a estrutura organizacional da empresa?					
13		Existe sistemática para identificar as necessidades do cliente e requisitos do produto (prazo de entrega, volume, preço e especificações técnicas) com registro formal na entrada de um desenvolvimento / pedido de cotação?					
14		Durante o desenvolvimento do produto é feita a identificação dos recursos necessários, análise e registro da viabilidade do atendimento aas necessidades e requisitos solicitados?					
15		São elaboradas Fichas Técnicas com as especificações detalhadas de cada produto, com critérios de aprovação?					
16		Durante o desenvolvimento é elaborada a documentação relativa aos processos para a produção (ficha de processo,					

Item crítico	Requisito	Não atende	Atende parcial	Atende	Não aplicável	COMENTÁRIOS
	instruções de trabalho, plano de controle, etc.)?					
17	Possui registro da aprovação / liberação do produto para ser produzido?					
18	No desenvolvimento de um produto, envia ao cliente amostras/piloto para aprovação?					
19	A empresa possui uma sistemática definida e clara para a formação de preço?					
20	X Seus produtos não possuem substâncias restritas conforme definido no manual de fornecedores da Companhia? Caso haja substâncias restritas, liste-as:					
21	X A sua empresa proíbe o uso de materiais de origem animal na confecção da matéria-prima/ produtos/ substâncias/ componentes/ outros produzidos fornecidos à Companhia?					
22	Existe sistemática definida para a programação e controle da produção e está documentada?					
23	A empresa possui sistemática para demonstrar a capacidade de atendimento aos pedidos dos clientes (carteira X mapa de programação comprometida)?					
24	É realizada a análise crítica do pedido e definição da data de entrega com base na análise da programação já comprometida e “espaços” disponíveis para produção?					
25	As divergências e/ou alterações de condições e requisitos acordados são tratadas junto aos clientes e todos envolvidos são comunicados?					
26	Existe uma "análise diária" de PCP, com ações para se atender prazo de entrega e qualidade de produto conforme prometido?					
27	Possui infraestrutura (máquinas e equipamentos) que atente as necessidades do processo e volume de produção demandada? Caso possua algum gargalo no processo descreva.					
28	As instalações, máquinas e equipamentos estão em bom estado de conservação?					
29	A empresa é limpa, organizada e possui ambiente de trabalho adequado?					
30	Possui sistemáticas de manutenção definidas (manutenção corretiva, preventiva, etc.)? Cite as metodologias utilizadas:					
31	Há registro das manutenções realizadas e monitoramento do histórico / condições dos equipamentos?					
32	Existe demarcação e identificação clara das áreas destinadas aos processos, áreas de abastecimento e estoques? As áreas para movimentação estão livres para trânsito?					
33	As instalações de armazenagem (matéria-prima e produto acabado) garantem a preservação dos materiais / produtos e proteção contra danos?					
34	Os locais de armazenamento de produtos químicos, incluindo materiais inflamáveis, são adequados (isolamento elétrico, bacia de contenção, etc., ventilação e					

Item crítico	Requisito	Não atende	Atende parcial	Atende	Não aplicável	COMENTÁRIOS
	iluminação)?					
35	X					
	Os produtos químicos fornecidos possuem FISPQ conforme classificação e rotulagem definidas conforme NR 26 e NBR 14725-4?					
36						
	Existe controle sobre o uso de produtos químicos (insumos) e suas FISPQs (Ficha de informação de segurança de produtos químicos) estão disponíveis?					
37						
	Há controle de validade das matérias primas em estoque para evitar o uso de material vencido?					
38						
	Existe controle de inventário confiável e definição de estoques mínimos pelo menos para itens críticos (ponto de pedido)?					
39						
	Existe sistemática para determinação das necessidades de compras? Descreva qual o critério utilizado:					
40						
	As compras são realizadas mediante Ordem de Compra aprovada, com requisitos de aquisição claramente definidos (prazo de entrega, custo, especificação)?					
41						
	Os materiais recebidos são inspecionados com base em critérios definidos (tamanho da amostra, especificações, pedido de compra, etc.)?					
42						
	Os lotes de matéria prima recebidos são identificados? Os resultados das inspeções de recebimento são registrados? Sendo que os materiais rejeitados são segregados?					
43						
	Possuem instruções de trabalho e padrões de processo definidos orientando como as tarefas devem ser executadas na produção?					
44						
	Existe inspeção do processo produtivo quanto ao atendimento dos padrões definidos (parâmetros como temperatura, pressão, amperagem, velocidade, etc. e cumprimento das instruções), com que frequência e critério definido?					
45						
	Existe inspeção/auditoria de produto durante a produção de modo a verificar se os critérios para aceitação do mesmo estão sendo atendidos (características dimensionais, ensaios e aspectos visuais), com frequência e critério definido? Há registro?					
46						
	Os equipamentos de medição e monitoramento utilizados para medir os processos e produtos são identificados, controlados e calibrados?					
47	X					
	São efetuadas inspeções de qualidade do produto pronto para liberação de pedido para entrega/embarque? Há registro?					
48						
	As inspeções são realizadas com base em amostras padrão aprovadas pelos clientes?					
49						
	Os produtos após inspeção final são embalados, armazenados e expedidos de modo a garantir a preservação e proteção contra danos até a entrega ao cliente.					
50						
	Existem controles de fechamento de pedidos? Com identificação clara de lote e pedido por cliente?					
51						
	Possui procedimento que garanta rastreabilidade da matéria prima, produto ou serviços prestados?					



Item crítico	Requisito	Não atende	Atende parcial	Atende	Não aplicável	COMENTÁRIOS
52	Existe uma sistemática formalizada para controle e tratamento de produtos não conformes no recebimento de materiais, em processo, antes da liberação e no cliente? O material não conforme é separado e identificado para evitar o uso inadequado?					
53	Há regra clara para refabricação, retrabalho/conserto, devolução de material, uso condicional?					
54	Possui assistência técnica e/ou atendimento pós-vendas? Descreva como é a atuação do mesmo.					
55	Possuem sistemática para abertura e realização de ações corretivas, assim como seu acompanhamento e verificação de eficácia? Ela inclui o tratamento de reclamações de clientes e resultados de monitoramento dos processos e produto?					
56	Possui extintores e hidrantes, materiais de contenção de vazamentos disponíveis e em condições adequadas de uso? São controlados?					
57	Possui tratamento para todos os efluentes gerados? Detalhe qual o tratamento utilizado e a quantidade de efluente gerada mensalmente.					
58	Possui programa de coleta seletiva em funcionamento? Os resíduos segregados são armazenados em local adequado: com identificação, com piso impermeável, iluminação e ventilação adequados, cobertura e bacia de contenção?					
59	Os resíduos recebem destinação final adequada, ou seja, são enviados somente para empresas de tratamento e destinação final licenciadas? Cite os principais resíduos e a destinação dada a eles.					
60	X Será realizado o envio de todos documentos pertinentes solicitados neste formulário?					

Fonte: adaptado pelo autor (2020).

Quadro 8 – Questionário de Autoavaliação – Resumo dos resultados

RESUMO DOS RESULTADOS	
TOTAL DE REQUISITOS	60
TOTAL DE ITENS CRÍTICOS	14
Nº QUESTÕES QUE ATENDE OU É NÃO APLICÁVEL	
Nº QUESTÕES QUE ATENDE PARCIALMENTE	
Nº QUESTÕES QUE NÃO ATENDE	
Nº DE ITENS CRÍTICOS QUE ATENDE	
% DE CONFORMIDADE COM OS REQUISITOS	
% DE ATENDIMENTO AOS ITENS CRÍTICOS	

Fonte: adaptado pelo autor (2020).

3.4 ETAPA 03 – HOMOLOGAÇÃO



Uma vez recebida a declaração de ciência e comprometimento quanto ao cumprimento das exigências da empresa, os fornecedores devem ser homologados.

A homologação deve ocorrer através de uma auditoria realizada pela equipe da qualidade ou por quem o representa utilizando o formulário de AUDITORIA DE HOMOLOGAÇÃO, de modo a verificar se os requisitos exigidos pela empresa são atendidos:

- A pertinência das informações relatadas na autoavaliação;
- A implementação de um sistema de gestão da qualidade confiável; e
- O atendimento aos requisitos estabelecidos neste manual a partir da Política de Sustentabilidade da Companhia.

Concluída a auditoria, é emitido o parecer quanto à HOMOLOGAÇÃO ou não do fornecedor, considerando HOMOLOGADO o fornecedor que na AUDITORIA DE HOMOLOGAÇÃO atingir no mínimo 80% de conformidade com os requisitos em cada bloco de avaliação e atender todos itens classificados como críticos.

Os fornecedores que não atenderem esse critério são considerados REPROVADOS, no entanto, podem solicitar nova auditoria dentro do prazo de validade da autoavaliação, e no mínimo após 90 dias. Passado o prazo, é necessário reiniciar todo processo.

Os fornecedores Homologados passam a fazer parte da LISTA DE FORNECEDORES HOMOLOGADOS, passando a estar aptos a fornecer para a companhia.

Adicionalmente, caso haja requisitos de clientes da empresa aplicáveis ao negócio do fornecedor, o mesmo será comunicado quanto à necessidade de atendê-los. Nessas situações, uma auditoria específica é conduzida junto ao mesmo. Nesse caso, para a HOMOLOGAÇÃO, o fornecedor também deverá atender ao critério de aprovação do cliente da empresa.

Quadro 9 – Homologação – Informações da empresa

INFORMAÇÕES DA EMPRESA	
Razão Social:	Nome Fantasia:
CNPJ:	Inscrição estadual:
Endereço:	Inscrição municipal:
Cidade:	CEP:
Estado / País:	Fone:
Responsável pelo acompanhamento da auditoria no fornecedor:	
Parecer / confirmação das informações apresentadas no formulário de auto avaliação:	

Fonte: adaptado pelo autor (2020).

O questionário que segue deverá ser preenchido com base em evidências de auditoria atribuindo ao fornecedor uma nota conforme critério estabelecido abaixo:

Quadro 10 – Homologação – Notas/Respostas

NOTA	RESPOSTA
Atende	1,0
Atende parcialmente	0,5
Não atende	0,0
Não aplicável	1,0

Fonte: adaptado pelo autor (2020).

Quadro 11 – Homologação – Requisitos da auditoria

CR	BLOCO	REQUISITO DE AUDITORIA	NOTA	COMENTÁRIOS
1	X	LEGAL	O CNPJ está em situação regular / ativo?	
2	X	LEGAL	Possui Alvará de funcionamento válido?	
3	X	LEGAL	A empresa não possui pendência relacionada no SERASA? E qual a nota no SERASA?	
4	X	LEGAL	Possui Alvará do Corpo de Bombeiros válido?	
5	X	LEGAL	Possui Licença de Operação emitida pelo órgão ambiental competente válida?	
6	X	LEGAL	Atende a todas condicionantes da L.O.?	
7	X	LEGAL	Possui regularizada a situação do cadastro técnico federal (CTF) junto ao IBAMA?	
8	X	LEGAL	Possui licença da Polícia federal e/ou Exército para uso de produtos químicos controlados?	
9	X	LEGAL	Os produtos químicos fornecidos possuem FISPQ conforme classificação e rotulagem definidas conforme NR 26 e NBR 14725-4	
10		LEGAL	Possui outorga para uso de água válida?	
11	X	LEGAL	Existe PPRA – Programa de Prevenção de Riscos Ambientais e PCMSO – Programa de Controle Médico e de Saúde Ocupacional válido? Qual a validade dos mesmos?	
12	X	LEGAL	A empresa está em dia com os depósitos de FGTS e INSS dos funcionários?	
13		P&D	Existe sistemática para identificar as necessidades do cliente e requisitos do produto (prazo de entrega, volume, preço e especificações técnicas) com registro formal na entrada de um desenvolvimento / pedido de cotação?	
14		P&D	Existe uma sistemática definida para o desenvolvimento de produto?	
15		P&D	Durante o desenvolvimento do produto é feita a identificação dos recursos necessários, análise e registro da viabilidade do atendimento aas necessidades e requisitos solicitados?	
16		P&D	Existe sistemática definida de controle sobre a produção de amostras e lote piloto?	

	CR	BLOCO	REQUISITO DE AUDITORIA	NOTA	COMENTÁRIOS
17	X	P&D	São elaboradas Fichas Técnicas com as especificações detalhadas de cada produto, com critérios de aprovação?		
18		P&D	Durante o desenvolvimento é elaborada a documentação relativa aos processos para a produção (ficha de processo, instruções de trabalho, plano de controle, etc.)?		
19	X	P&D	Possui registro da aprovação / liberação do produto para ser produzido?		
20		P&D	No desenvolvimento de um produto, envia ao cliente amostras/piloto para aprovação?		
21		P&D	Possui amostras físicas do produto aprovadas pelo cliente (padrão)? Possui controle adequado as amostras padrão protegidos da luz, identificados, em bom estado e dentro da validade?		
22		P&D	A sistemática de trabalho utilizada no desenvolvimento de material (produto) atende a exigência da Companhia de enviar amostra acompanhada dos documentos que comprovem o atendimento às especificações (fichas técnicas, laudos, FISPQ, etc.)?		
23		P&D	Possui procedimento que garanta que alterações (produto e processo) sejam registradas, validadas e informadas a todos envolvidos, incluindo o cliente?		
24		P&D	A empresa possui uma sistemática definida e clara para a formação de preço?		
25	X	PCP	Existe sistemática definida para a programação e controle da produção e está documentada?		
26		PCP	A empresa possui sistemática para demonstrar a capacidade de atendimento aos pedidos dos clientes (carteira X mapa de programação comprometida)?		
27	X	PCP	É realizada a análise crítica do pedido e definição da data de entrega com base na análise da programação já comprometida e "espaços" disponíveis para produção?		
28		PCP	O PCP considera o balanceamento da produção para realizar a programação?		
29	X	PCP	Existe acompanhamento da produção para o perfeito controle do andamento dos lotes e monitoramento do atendimento a data de entrega?		
30		PCP	Existe uma "análise diária" de PCP, com ações para se atender prazo de entrega e qualidade de produto conforme prometido?		
31		PCP	As divergências e/ou alterações de condições e requisitos acordados são tratadas junto aos clientes e todos envolvidos são comunicados? Há registro?		
32		PCP	Os materiais para abastecer a produção são programados e separados com antecedência?		
33	X	PCP	Existem controles de fechamento de pedidos? Com identificação clara de lote e pedido por cliente.		
34		PCP	Há sistemática para informar ao Cliente os estágios de produção do pedido até o momento da entrega?		
35		INFRA	Possui infraestrutura (máquinas e equipamentos) que atente as necessidades do processo e volume de produção demandada? Caso possua algum gargalo no processo descreva.		

CR	BLOCO	REQUISITO DE AUDITORIA	NOTA	COMENTÁRIOS
36	INFRA	As instalações, máquinas e equipamentos estão em bom estado de conservação?		
37	INFRA	A empresa é limpa, organizada e possui ambiente de trabalho adequado?		
38	INFRA	Possui programas de melhoria das condições de trabalho, limpeza, organização, redução de perdas, fluxo contínuo, gestão visual? Cite quais programas são desenvolvidos? Ex. Programa 5S		
39	INFRA	Possui sistemáticas de manutenção definidas (manutenção corretiva, preventiva, etc.)? Cite as metodologias utilizadas:		
40	INFRA	Há cronograma definido para a realização de manutenção preventiva?		
41	INFRA	Existe planejamento de verificações a serem realizadas pelo operador? O operador está realizando as verificações conforme planejado?		
42	INFRA	Há registro das manutenções realizadas e monitoramento do histórico / condições dos equipamentos? São emitidas ordens de serviço para manutenção?		
43	INFRA	A manutenção está organizada e as ferramentas são de fácil acesso? Há pastas com documentos e manuais de cada equipamento?		
44	INFRA	Existe controle de máquinas e equipamentos - lista de controle e identificação / localização?		
45	X	INFRA	Existe estoque de peças de reposição para as máquinas e equipamentos. Existe controle de estoque mínimo e máximo com grau de relevância para peças de reposição?	
46	INFRA	É disponibilizado pessoal qualificado a realização dos serviços de manutenção (interno ou externo)?		
47	INFRA	As instalações prediais são adequadas ao processo? Existe programa de preservação e manutenção das instalações?		
48	INFRA	Existe demarcação e identificação clara das áreas destinadas aos processos, áreas de abastecimento e estoques? As áreas para movimentação estão livres para trânsito? O fluxo de material entre os processos está definido?		
49	SUPRIMENTOS	As instalações de armazenagem (matéria-prima e produto acabado) garantem a preservação dos materiais / produtos e proteção contra danos?		
50	SUPRIMENTOS	Os locais de armazenamento de produtos químicos, incluindo materiais inflamáveis, são adequados (isolamento elétrico, bacia de contenção, etc., ventilação e iluminação)?		
51	SUPRIMENTOS	Existe controle sobre o uso de produtos químicos (insumos) e suas FISPQs (Ficha de informação de segurança de produtos químicos) estão disponíveis?		
52	SUPRIMENTOS	Os funcionários são treinados a respeito do manuseio correto dos produtos químicos?		
53	SUPRIMENTOS	Há controle de validade das matérias primas em estoque para evitar o uso de material vencido?		
54	X	SUPRIMENTOS	Existe controle de inventário confiável e definição de estoques mínimos pelo menos para itens críticos (ponto de pedido)?	

CR	BLOCO	REQUISITO DE AUDITORIA	NOTA	COMENTÁRIOS
55	SUPRIMENTOS	Existe sistemática para determinação das necessidades de compras? Descreve qual o critério utilizado?		
56	SUPRIMENTOS	As compras são realizadas mediante Ordem de Compra aprovada, com requisitos de aquisição claramente definidos (prazo de entrega, custo, especificação)?		
57	SUPRIMENTOS	Os materiais recebidos são inspecionados com base em critérios definidos (tamanho da amostra, especificações, pedido de compra, etc.)?		
58	SUPRIMENTOS	Os resultados das inspeções de recebimento são registrados?		
59	SUPRIMENTOS	Os lotes de matéria prima recebidos são identificados? Sendo que os rejeitados são segregados?		
60	SUPRIMENTOS	Existe uma sistemática definida para seleção, avaliação, reavaliação e monitoramento (verificação do desempenho) de fornecedores? São mantidos registros?		
61	QUALIDADE	Há acompanhamento do início da produção de modo a verificar conformidade com os requisitos do produto e processo? Ajustes necessários são realizados com registro e validação?		
62	QUALIDADE	Possuem instruções de trabalho e padrões de processo definidos orientando como as tarefas devem ser executadas na produção?		
63	QUALIDADE	Toda a documentação relativa ao processo, incluindo padrões visuais, está atualizada e disponível (desenhos, planos de controle, registros, amostras, etc.) junto à operação?		
64	QUALIDADE	Há definição quanto a forma de movimentação, cuidados, tipo de embalagem usada durante a produção para garantir a preservação do produto de modo que não haja danos - há cuidados específicos para produtos frágeis?		
65	QUALIDADE	Existe inspeção do processo produtivo quanto ao atendimento dos padrões definidos (parâmetros como temperatura, pressão, amperagem, velocidade, etc. e cumprimento das instruções) com frequência e critério definido?		
66	QUALIDADE	Os registros evidenciam tomada de ações para não conformidades detectadas nas auditorias de processo?		
67	QUALIDADE	Existe inspeção/auditoria de produto durante a produção de modo a verificar se os critérios para aceitação do mesmo estão sendo atendidos (características dimensionais, ensaios e aspectos visuais), com frequência e critério definido? Há registro?		
68	QUALIDADE	São efetuadas inspeções de qualidade do produto pronto para liberação de pedido para entrega/embarque? Há registro?		
69	QUALIDADE	As inspeções são realizadas com base em amostras padrão aprovadas pelos clientes?		
70	QUALIDADE	Existe sistemática específica de capacitação para os responsáveis pelas inspeções da qualidade / liberações?		
71	QUALIDADE	Os operadores são qualificados a identificar PNC no processo e segregar / encaminhar para tratamento?		
72	QUALIDADE	Existe uma sistemática formalizada para controle e tratamento de produtos não conformes no recebimento de materiais, em processo, antes da liberação e no cliente? O material não conforme é separado e identificado para evitar o uso inadequado?		
73	QUALIDADE	Há regra clara para refabricação, retrabalho/conserto, devolução de material, uso condicional?		

CR	BLOCO	REQUISITO DE AUDITORIA	NOTA	COMENTÁRIOS
74	QUALIDADE	Emitte certificado, laudo e/ou algum registro de inspeção, liberação para os produtos fornecidos?		
75	QUALIDADE	Os produtos após inspeção final são embalados, armazenados e expedidos de modo a garantir a preservação e proteção contra danos até a entrega ao cliente.		
76	QUALIDADE	Existem equipamentos de medição e dispositivos auxiliares disponíveis e adequados para medir os processos e produtos?		
77	QUALIDADE	Os equipamentos de medição e monitoramento utilizados para medir os processos e produtos são identificados, controlados e calibrados?		
78	QUALIDADE	Existe sistemática de controle e avaliação das calibrações dos equipamentos que necessitam calibração?		
79	QUALIDADE	As calibrações são realizadas junto a laboratórios capacitados para essa atividade e que utilizam padrões rastreáveis?		
80	QUALIDADE	Gabaritos / matrizes / poke yokes são verificados de forma regular para atestar sua conformidade? Há registros dessas atividades?		
81	QUALIDADE	Existem controles de fechamento de pedidos? Com identificação clara de lote e pedido por cliente.		
82	QUALIDADE	Há instruções de trabalho (padrão documentado) para embalagem e identificação?		
83	QUALIDADE	A embalagem dos materiais que são enviados aos clientes atende as exigências das Companhia. O fornecedor conhece completamente os requisitos de embalagens do cliente, tais como dimensões aceitáveis, resíduos, material, identificação, etc.?		
84	X	QUALIDADE	As etiquetas de identificação dos materiais que são enviados aos clientes possuem todas informações exigidas pela Companhia?	
85	X	QUALIDADE	Possui procedimento que garanta rastreabilidade da matéria prima, produto ou serviços prestados?	
86	QUALIDADE	Possuem sistemática para abertura e realização de ações corretivas, com investigação de causa, assim como acompanhamento e verificação de eficácia? Ela inclui o tratamento de reclamações de clientes, resultados de monitoramento dos processos e produto?		
87	QUALIDADE	Existe sistemática para registro de reclamação de clientes? Ela contempla retorno formal quanto as ações tomadas?		
88	QUALIDADE	Possui assistência técnica e/ou atendimento pós-vendas? Descreva como é a atuação do mesmo.		
89	GESTÃO DE PESSOAS	Possui organograma estabelecido ou outra forma de demonstrar a estrutura organizacional da empresa?		
90	GESTÃO DE PESSOAS	O organograma está atualizado com controle de revisão e data? Ele é conhecido por toda organização?		
91	GESTÃO DE PESSOAS	Possui manual ou outro documento com as normas e procedimentos da empresa? Está válido e é divulgado e conhecido por todos?		
92	GESTÃO DE PESSOAS	Possui sistemáticas de comunicação interna eficiente (uso de murais, reuniões de equipe, etc)? Divulgam resultados, diretrizes, avisos, conscientização, ações de melhoria, etc?		
93	GESTÃO DE PESSOAS	É realizada integração de novos funcionários nas normas da empresa e existe registro?		

CR	BLOCO	REQUISITO DE AUDITORIA	NOTA	COMENTÁRIOS
94	GESTÃO DE PESSOAS	Possui perfis de competência descritos para todos os cargos/funções da organização?		
95	GESTÃO DE PESSOAS	Existe uma sistemática de avaliação do desempenho dos funcionários documentada e com registros atualizados?		
96	GESTÃO DE PESSOAS	O perfil de competência é avaliado na contratação e/ou troca de função? Possui registro?		
97	GESTÃO DE PESSOAS	Existe programa de desenvolvimento / treinamento para os funcionários?		
98	GESTÃO DE PESSOAS	Há registro dos treinamentos / desenvolvimentos realizados com a devida avaliação de eficácia?		
99	RESP. SOCIAL	Possui código de conduta?		
100	RESP. SOCIAL	O código de conduta está válido, aprovado pela Direção e é divulgado de modo a estimular um comportamento ético em todos os níveis?		
101	RESP. SOCIAL	Possui políticas que abordam os tópicos sociais, incluindo o tema de relacionamento com a comunidade local? Citar os tópicos.		
102	RESP. SOCIAL	A empresa utiliza critérios sociais para qualificação, seleção e monitoramento de seus fornecedores de bens e serviços? O que esses critérios contemplam?		
103	RESP. SOCIAL	As jornadas de trabalho respeitam a legislação trabalhista vigente, incluindo horas extras, banco de horas?		
104	RESP. SOCIAL	Os trabalhadores com o mesmo emprego e tempo de trabalho são pagos os mesmos salários, independentemente do sexo, idade ou outras características?		
105	X	RESP. SOCIAL	A empresa transfere salários, benefícios e/ou indenização diretamente aos funcionários, em um sistema que não deixa dúvidas e que mostra claramente que o empregado controla a designação de seus salários e o acesso aos seus salários?	
106	RESP. SOCIAL	A empresa fornece ao empregado e retém registros de folha de pagamento para auxiliar em compensações, incluindo horas extras?		
107	RESP. SOCIAL	A forma de pagamento dos funcionários (horista mensalista, etc.) respeita os requisitos legais aplicáveis? Sendo que não existem trabalhadores que recebem por peça/unidade produzida?		
108	RESP. SOCIAL	A liberdade de ir e vir do funcionário é livre ao término da sua jornada de trabalho?		
109	RESP. SOCIAL	A empresa proíbe todos os indivíduos, incluindo qualquer pessoa sob a direção da instalação (como guardas de segurança) de coagir os funcionários de qualquer forma, ou limitar desnecessariamente a liberdade de movimento dos funcionários?		
110	RESP. SOCIAL	As portas e/ou portões da empresa estão bloqueados apenas por razões normais de segurança e estão em conformidade com os códigos de incêndio locais e nacionais aplicáveis?		
111	X	RESP. SOCIAL	Os trabalhadores jovens (acima de 14 anos e menor de 18 anos) estão frequentando a escola, e o período escolar junto com o horário de trabalho não excedem às 10 horas por dia?	
112	RESP. SOCIAL	A empresa expõe crianças ou trabalhadores jovens a situações dentro ou fora do local de trabalho que sejam perigosas, inseguras ou insalubres?		

CR	BLOCO	REQUISITO DE AUDITORIA	NOTA	COMENTÁRIOS
113	RESP. SOCIAL	Sua empresa obtém documentação de prova de idade de todos os trabalhadores em potencial e revisam a documentação antes da contratação? Ela analisa a autenticidade da documentação que atesta a idade?		
114	RESP. SOCIAL	Sua instalação efetivamente proíbe todas as formas de assédio, abuso e punição corporal em definições de comportamentos, políticas e procedimentos escritos? As definições são coerentes?		
115	RESP. SOCIAL	Há procedimento para o gerenciamento das denúncias de abuso?		
116	RESP. SOCIAL	Existe práticas e procedimentos sobre comportamentos discriminatórios? São efetivamente comunicados a todos os funcionários?		
117	RESP. SOCIAL	Sua empresa teve acusações contra discriminação por funcionários, agências reguladoras ou qualquer agência externa durante os últimos três anos?		
118	RESP. SOCIAL	A sua empresa tem procedimentos que reconhecem e respeitam o direito dos funcionários de exercer seus direitos legais de livre associação?		
119	RESP. SOCIAL	A empresa possui uma união, associação ou representação coletiva de funcionários? E discute com os representantes dos trabalhadores de maneira aberta e dentro dos termos da lei local?		
120	RESP. SOCIAL	Os representantes dos trabalhadores são eleitos de forma livre e confidencial pelos trabalhadores?		
121	RESP. SOCIAL	Se a contratação de funcionários é terceirizada, a empresa recebe uma declaração de que o terceiro não está fornecendo mão de obra involuntária, traficada ou forçada e que a mão de obra tem o direito de trabalhar nesse país?		
122	RESP. SOCIAL	Nos últimos três anos houve evidência registro ou denúncia de trabalho forçado, privação de liberdade de associação, discriminação, coerção?		
123	RESP. SOCIAL	A empresa possui compromisso formal para o combate a todas as formas de corrupção? Onde está expresso?		
124	SST	Possui SESMT (Serviços Especializados em Engenharia de Segurança e em Medicina do Trabalho) conforme estabelecido na legislação pertinente (NR4)		
125	SST	Existem EPIs disponíveis e são utilizados pelo pessoal conforme os riscos identificados (NR6)?		
126	SST	Condições gerais de segurança do trabalho, além de calor, umidade, luminosidade, ventilação e ergonomia são adequadas? Instalações elétricas e proteção das máquinas estão adequadas?		
127	SST	Os processos e atividades da empresa cujos riscos ocupacionais sejam considerados significativos são orientados por procedimentos operacionais específicos?		
128	SST	Possui controle de acidentes de trabalho com registros?		
129	SST	Pessoal que trabalha com eletricidade possui treinamento de NR 10? Caso haja operador de caldeira ou demais vasos de pressão, o mesmo possui curso de NR13?		
130	SST	Os motoristas de empilhadeira, tratores e outros veículos da unidade possuem treinamentos e habilitação pertinente?		
131	SST	Possui plano de atendimento a emergência implementado? Realiza simulações?		

CR	BLOCO	REQUISITO DE AUDITORIA	NOTA	COMENTÁRIOS
132	SST	Há sistemática de avaliação dos incidentes, acidentes e simulações de modo a investigar causas e tomar ações preventivas/corretivas? Existe gestão de consequências para causas de acidentes?		
133	X	SST	Possui extintores e hidrantes, materiais de contenção de vazamentos disponíveis e em condições adequadas de uso? São controlados?	
134	AMBIENTAL	Há controle e monitoramento do consumo de água?		
135	AMBIENTAL	Existe avaliação de potabilidade no caso da água para consumo humano?		
136	AMBIENTAL	Possui tratamento para todos os efluentes gerados? Detalhe qual o tratamento utilizado e a quantidade gerada mensalmente.		
137	AMBIENTAL	Há sistemática de monitoramento dos parâmetros de emissão dos efluentes? Os padrões exigidos estão sendo atendidos?		
138	AMBIENTAL	Faz reuso de água ou uso da água da chuva? Qual a porcentagem de reutilização em relação ao efluente gerado?		
139	AMBIENTAL	A empresa possui PGRS (Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos)?		
140	AMBIENTAL	Possui programa de coleta seletiva em funcionamento, e os resíduos segregados são armazenados em local adequado: com identificação, com piso impermeável, iluminação e ventilação adequados, cobertura e bacia de contenção?		
141	X	AMBIENTAL	Os resíduos recebem destinação final adequada, ou seja, são enviados somente para empresas de tratamento e destinação final licenciadas? Cite os principais resíduos, e se há algum crítico e a destinação dada a eles.	
142	AMBIENTAL	O transporte de resíduos é realizado por empresas licenciadas? Com emissão de MTR (Manifesto de Transporte de Resíduos) sempre que necessário?		
143	AMBIENTAL	Possui uma sistemática de controle e monitoramento dos resíduos gerados (quantidades, classificação, origem, certificado de destinação, etc.)? A empresa prioriza a reciclagem como tratamento/destinação?		
144	AMBIENTAL	A unidade faz periodicamente auditorias a receptores de resíduos conforme sua classificação? Há registro?		
145	AMBIENTAL	A empresa utiliza materiais reciclados em suas operações?		
146	X	AMBIENTAL	Há certificação Oeko Tex para os produtos fornecidos?	
147	X	AMBIENTAL	No caso de empresa de embalagens, possui certificação FSC (Conselho de Manejo Florestal) para embalagens de madeira, papel e papelão fornecidas?	
148	AMBIENTAL	É realizado monitoramento das emissões atmosféricas (gases, vapores, material particulado, etc.)? Cite quais e se há alguma crítica. Os padrões de emissão atmosférica estão sendo atendidos?		
149	AMBIENTAL	Possui ações de controle das emissões de veículos movidos a diesel (monitoramento de fumaça preta)?		
150	X	AMBIENTAL	A empresa tem um sistema para monitorar seus requisitos legais ambientais?	

CR	BLOCO	REQUISITO DE AUDITORIA	NOTA	COMENTÁRIOS
151	AMBIENTAL	A sua empresa mantém indicadores de produção mais limpa? Quais?		
152	AMBIENTAL	A empresa pública periodicamente o seu desempenho ambiental?		
153	AMBIENTAL	Possui programa de gerenciamento e/ou minimização de impactos para os produtos com maior potencial de impacto ambiental pós-consumo?		
154	AMBIENTAL	Possui pessoas que parcialmente ou exclusivamente busquem alternativas às matérias primas em relação a sua reciclabilidade e menor impacto ambiental e a saúde humana?		
155	AMBIENTAL	A empresa, por meio de sua direção, está formalmente comprometida com o desenvolvimento sustentável, através de definição de uma política ou trabalho focado em gestão ambiental? Cite a política ou diretriz de trabalho definida.		
156	AMBIENTAL	Os processos e atividades da empresa cujos aspectos / impactos ambientais sejam significativos são orientados por procedimentos operacionais específicos? Eles visam redução de desperdícios, economia de recursos, etc.? Cite as atividades desenvolvidas?		
157	AMBIENTAL	Possui controle e certificado de empresa especializada sobre as atividades de controle de pragas executadas em suas instalações?		
158	AMBIENTAL	Seus produtos não possuem substâncias restritas conforme definido na Lista de Substâncias Restritas (LSR) da Companhia? Caso possua, liste-as. Como realiza o controle sobre as mesmas?		
159	AMBIENTAL	A sua empresa proíbe o uso de materiais de origem animal na confecção da matéria-prima/ produtos/ substâncias/ componentes/ outros produzidos fornecidos à Companhia?		
160	AMBIENTAL	Tântalo, estanho, tungstênio ou ouro (minerais de zonas de conflitos) é intencionalmente acrescentado ou utilizado no(s) produto(s) ou no processo de produção? Em caso afirmativo, qual a origem desses minerais? Apresentar certificados de origem das últimas compras.		

Fonte: adaptado pelo autor (2020).

Quadro 12 – Homologação – Requisitos adicional

REQUISITO ADICIONAL	NOTA
Atende todos os requisitos de clientes da Companhia aplicáveis? Definir nota correspondente ao resultado da auditoria específica de requisitos de clientes.	

Fonte: adaptado pelo autor (2020).

Quadro 13 – Homologação – Resultados

RESULTADOS			
Seção	Nota Máxima Possível	Nota atingida	Avaliação final (%)
1. LEGAL	12		
2. P&D – PROJETO E DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO	12		
3. PCP – PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO	10		
4. INFRAESTRUTURA	14		
5. SUPRIMENTOS	12		
6. QUALIDADE	28		
7. GESTÃO DE PESSOAS	10		
8. RESPONSABILIDADE SOCIAL	25		
9. SST – SAÚDE E SEGURANÇA DO TRABALHO	10		
10. AMBIENTAL	27		
TOTAL	160		

Fonte: adaptado pelo autor (2020).



3.5 ASSINATURA DE CONTRATO PARA FORNECIMENTO

Uma vez homologado, o fornecedor está apto a passar a fornecer para a empresa. Nesse momento, a equipe da qualidade aciona o Departamento Jurídico da empresa, repassando todas informações levantadas, além de dados específicos a respeito do fornecimento, para que seja providenciada a minuta do contrato.

Após ambas partes analisarem os termos e se necessário realizam os ajustes para então fazer a assinatura do contrato.

3.6 MANUTENÇÃO DA HOMOLOGAÇÃO

De modo a garantir a manutenção da homologação, os fornecedores HOMOLOGADOS devem manter junto à empresa:

- a) O status de ativo – Os fornecedores são considerados ativos quando não passam mais de 12 meses consecutivos sem fornecer materiais à Companhia. Uma vez que o fornecedor se torna inativo a homologação também é cancelada.
- b) A documentação válida requerida durante o processo de homologação – Caso ocorra o vencimento de algum documento, o fornecedor possui o prazo de até 90 dias para adequar-se sem afetar a homologação. Uma vez não atendido esse prazo, a homologação é cancelada.

A partir do cancelamento da HOMOLOGAÇÃO, o fornecedor é excluído da LISTA DE FORNECEDORES HOMOLOGADOS, não podendo mais fornecer materiais à empresa. Para voltar a fornecer, ele deve passar por todo processo de homologação novamente.

4 INDICADORES DE DESEMPENHO

Com a finalidade de acompanhar e verificar o desempenho dos fornecedores homologados o setor de qualidade realiza o monitoramento mensal dos indicadores apresentados.

Quadro 14 – Indicadores de monitoramento de fornecedores – Indicadores de desempenho

--	--	--	--

Acuracidade de Entrega	Representa o percentual de pedidos (item) faturados na data confirmada pelo fornecedor sobre o total de pedidos solicitados ao fornecedor no mês. NOTA: Considerar a última data confirmada no sistema	$\frac{\text{N}^\circ \text{ itens faturados na quantidade certa no prazo confirmado}}{\text{total de itens comprados no mês}} * 100$	$\geq 95 \%$
Lead time	Representa o percentual de pedidos (item) faturados dentro do lead time de pedido definido no cadastro do item sobre o total de pedidos solicitados ao fornecedor no mês. NOTA: No cálculo desconsidera-se os pedidos alterados por solicitação da Companhia.	$\frac{\text{N}^\circ \text{ itens faturados na quantidade certa dentro do lead time cadastrado}}{\text{total de pedidos (itens) comprados no mês}} * 100$	$\geq 95 \%$
RD – Registro de Divergência	Representa o percentual de itens em que foi identificada qualquer divergência de quantidade sobre o total de itens recebidos.	$\frac{\text{N}^\circ \text{ de notas com alguma divergência}}{\text{total nota recebidas no mês}} * 100$	$\leq 5 \%$
RNC (Registro de não conformidade)	Percentual de entregas de itens com identificação de produto não conforme no recebimento	$\frac{\text{N}^\circ \text{ Total de roteiros de inspeção reprovados no mês}}{\text{n}^\circ \text{ total de roteiros gerado no mês}}$	$\leq 1\%$
PNC (Produto não conforme) recebimento	Relação entre a quantidade de material não conforme recebido frente à quantidade total de material recebido no mês	$\frac{\text{(Quantidade de material reprovado + quantidade de material aceito com restrição)}}{\text{quantidade total de material recebido}} * 100$	$\leq 1\%$
PNC (Produto Não conforme) Processo	Relação entre a quantidade de material não conforme identificada no processo frente à quantidade total de material recebido	$\frac{\text{Quantidade de material não conforme identificado na produção (retrabalho + devolução)}}{\text{quantidade total de material recebido}} * 100$	$\leq 0,5 \%$

Fonte: adaptado pelo autor (2020).

PESO DOS INDICADORES NA COMPOSIÇÃO DO IDF

Quadro 15 – Indicadores de monitoramento de fornecedores – Composição do IDF

Acuracidade de Entrega	20
Lead Time	15
RD – Registro Divergência	15
RNC (Registro de não conformidade)	20
PNC (Produto não conforme) recebimento	20
PNC (Produto Não conforme) Processo	10

Fonte: adaptado pelo autor (2020).

O desempenho de um fornecedor mostra o seu atendimento em relação aos requisitos de fornecimento da companhia e por esse motivo são mensalmente classificados conforme definido no quadro abaixo.

CLASSIFICAÇÃO DOS FORNECEDORES

Quadro 16 – Indicadores de monitoramento de fornecedores – Classificação dos fornecedores



FAIXAS DE CLASSIFICAÇÃO	AÇÕES
IDF > 95 - Fornecedor Classe A+	Prioridade em novos desenvolvimentos.
IDF >85 e ≤ 95 - Fornecedor Classe A	Recomendado em novos desenvolvimentos.
IDF >70 e ≤ 85 - Fornecedor Classe B	Utilizar em novos desenvolvimentos com acompanhamento.
IDF > 50 e ≤ 70 - Fornecedor Classe C	Não recomendado em novos desenvolvimentos. Mantém-se o fornecedor e faz-se o acompanhamento de lotes e/ou ações corretivas.
IDF ≤ 50 - Fornecedor Classe D	Recomenda-se desenvolver novo fornecedor

Fonte: adaptado pelo autor (2020).

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O método de pesquisa e levantamento mostrou-se adequado para atender aos objetivos de pesquisa propostos pelo trabalho. Permitindo a quantificação e processamento das variáveis estudadas e a construção do modelo simplificado e eficaz no processo de homologação de fornecedores adotado para a empresa. Ao realizar o levantamento de fornecedores que a empresa possui, juntamente com o setor da qualidade, observa-se a necessidade de se ter um sistema para realizar a padronização.

Grande número de fornecedores, muitas vezes é oneroso para a empresa. Com a concentração de volume de serviços em 1 (um) único fornecedor há ganho econômico de escala, rastreabilidade dos serviços, melhoria no nível de atendimento em função do volume e pacto de qualidade assegurada, evitando retrabalho de inspeções internas.

Ao estabelecer o escopo de materiais e análise do histórico de compras, é possível identificar de imediato, quais fornecedores poderiam ser descartados, baseando-se nos prazos de entrega, na qualidade e preços dos produtos comprados.

Desta forma a companhia observa que o processo produtivo da empresa fornecedora atenda aos requisitos de qualidade dos produtos, além de avaliar as condições de trabalho.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A avaliação de fornecedor é, de fato, um processo de extrema relevância dentro de qualquer organização. Esse processo deve ser claro e com os procedimentos bem definidos. Por isto, é pertinente afirmar que a decisão de forma sistemática, interativa e rápida é uma alternativa para se aperfeiçoar esse processo de qualificação dos fornecedores. A abordagem multicritério possui potencial para a transformação do conhecimento tácito, detido pelos compradores da empresa sobre a seleção de fornecedores, e em conhecimento explícito para a organização, pois o processo de formalização do conhecimento, ou seja, conversão do

conhecimento tácito em explícito, por meio do diálogo e documentação, é essencial para proporcionar o entendimento comum dos problemas, apoiar o processo de geração de critérios e, por meio da sistematização e aplicação do conhecimento explícito, servir de base para a avaliação do desempenho dos fornecedores.

REFERÊNCIAS

- ARNOLD, Tony J.R. **Administração de materiais: uma introdução**. São Paulo: Atlas, 1999.
- Baily, P.; Jones, D.; Farmer, D. **Compras, princípios e administração**. São Paulo: Atlas, 2000. Oliveira, F. F.; Gazetti, M.; Rodrigues, E. F.; Formigoni, A.; Gomes, M. de B. M. Homologando fornecedores: uma estratégia competitiva nas organizações. XI Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia. Rio de Janeiro, 2014.12p.
- BOWERSOX, D. J.; CLOSS, D. J.; COOPER, M. B.; BOWERSOX, J. C. **Gestão logística da cadeia de suprimentos**. 4. ed. – Dados eletrônicos. – Porto Alegre: AMGH, 2014. 455 p.
- MANDERS, J H. M.; CANIELS, M C. J.; GHIJSEN, P. W. Th. **Exploring supply chain flexibility in a FMCG food supply chain**. 2016. Disponível em: <http://appswebofknowledge.ez314.periodicos.capes.gov.br/full_record.do?product=WOS&search_mode=GeneralSearch&qid=1&SID=2CHFgZwvxCT5JAPeDkM&page=1&doc=6&cacheurlFromRightClick=no> Acesso em: 2017-04-30.
- MARTINS, Petrônio; ALT, Paulo Renato. **Administração de Materiais e Recursos Patrimoniais**. São Paulo: Saraiva, 2001.
- SHI, Y. YANG, Z. YAN, H. TIAN, X. **Delivery Efficiency and Supplier Performance Evaluation in China's E-retailing Industry**. 2017. Disponível em: <http://appswebofknowledge.ez314.periodicos.capes.gov.br/full_record.do?product=WOS&search_mode=GeneralSearch&qid=1&SID=2CHFgZwvxCT5JAPeDkM&page=1&doc=2&cacheurlFromRightClick=no> Acesso em: 2017-04-30.
- Pfohl, H., Yahsi, B., & Kurnaz, T. (2015). **O impacto da Indústria 4.0 na Cadeia de Abastecimento**. Em *Anais da Conferência Internacional de Logística de Hamburgo* (pp. 32-58). Hamburgo.
- Sena, J. C.; Campos, V. R. **Avaliação do desempenho de fornecedores da cadeia de suprimentos na construção civil**. XXXV Encontro nacional de engenharia de produção. Fortaleza, 2015. 11p.
- Slack, N.; Chambers, S.; Harland, C.; Harrison, A., Johnston, R. **Administração da produção**. São Paulo: Atlas, 2006.
- Strandhagen, JO, Vallandingham, LR, Fragapane, G., Strandhagen, JW, Stangeland, ABH, & Sharma, N. (2017). **Logística 4.0 e modelos de negócios sustentáveis emergentes**. *Avanços na fabricação.*, 5 (4), 359-369. <http://dx.doi.org/10.1007/s40436-017-0198-1> .



Wang, K. (2016) **Solução logística 4.0: novos desafios e oportunidades**. Em *Anais do 6º Workshop Internacional de Manufatura Avançada e Automação*. Holanda: Atlantis Press. <http://dx.doi.org/10.2991/iwama-16.2016.13> .

WANKE, P. E. **Logística para MBA em 12 lições**. São Paulo: Atlas, 2010.

ZU, X.; KAYNAK, H. **An agency theory perspective on supply chain quality management**. *International Journal of Operations & Production Management*. v. 32, n. 4, p. 423 - 446, 2012.

CONDENSAÇÃO EM EDIFICAÇÕES: UMA PESQUISA BIBLIOGRÁFICA

PIRES, Josiane Reschke³

GONZÁLEZ, Marco Aurélio Stumpf⁴

TUTIKIAN, Bernardo Fonseca⁵

Data de submissão: 31/10/2021. Data de publicação: 31/12/2021.

RESUMO

A condensação superficial é um parâmetro fundamental na análise de desempenho das edificações e tem influência nos quesitos de habitabilidade e durabilidade. O objetivo deste estudo é proporcionar maior familiaridade com o tema, identificando os fatores que causam o fenômeno da condensação, aprofundando o conhecimento, através de materiais já publicados nacional e internacionalmente. Para alcançar o objetivo proposto este estudo fundamenta-se no método científico de revisão narrativa. Desta forma, pode ser classificada, em termos de natureza, como uma pesquisa básica, pois se trata de conhecimento sem a intenção de resolver lacunas teórico-práticas. Este estudo contribui para a discussão a respeito da condensação superficial e do impacto da umidade em edificações, com diferentes volumes, sistemas construtivos e climas brasileiros.

Palavras-chave: Análise higrotérmica. Condensação superficial. Umidade. Desempenho higrotérmico.

1 INTRODUÇÃO

Pouco estudada no Brasil, a condensação superficial é um parâmetro fundamental de análise de desempenho das edificações, e que influencia os quesitos de habitabilidade e durabilidade destas. (FEDORIK; HAAPALA, 2017; MEISSNER; STÖCKER; VOGELSANG, 2017; SAITO, 2017; SILVEIRA; PINTO; WESTPHAL, 2019; STARAKIEWICZ *et al.*, 2020; ZHAO; MEISSENER, 2017). A avaliação da umidade relativa interna possibilita verificar os requisitos de salubridade, qualidade do ar e durabilidade, já que a umidade afeta os sistemas construtivos e seus componentes.

³ Centro Universitário Uniftec, PPGEC

⁴ Programa de pós-graduação em engenharia civil – Unisinos, programa de pós-graduação em arquitetura – Unisinos.

⁵ Programa de pós-graduação em engenharia civil – Unisinos, programa de pós-graduação em arquitetura – Unisinos.

(BRODERICK *et al.*, 2017; GIANANGELI; DI GIUSEPPE; D’ORAZIO, 2017; GINJA *et al.*, 2012; VAN SCHIJNDEL, 2017; VASILE *et al.*, 2016).

A condensação é um fenômeno comum dentro das edificações, e está associada à umidade. Ocorre tanto pela geração excessiva de vapor de água, pelos usuários, quanto pelo clima. A condensação pode acontecer na superfície do material construtivo (condensações superficiais) ou no interior deste (condensações intersticiais).

Apesar do impacto da condensação ser menos expressivo do que outros agentes de manifestações patológicas, como as infiltrações, a umidade da condensação, a longo prazo, torna-se um problema considerável, provocando a degradação dos materiais e do desempenho térmico dos edifícios. (CAMPBELL *et al.*, 2017; NUNO *et al.*, 2018; PIHELO; KIKKAS; KALAMEES, 2016). A umidade presente dentro dos materiais aumenta a condutividade térmica destes e reduz a sua resistência térmica. Dessa forma, há uma redução do desempenho térmico dos sistemas construtivos e, em consequência, da eficiência energética da edificação. (GOMES *et al.*, 2017; SLETNES; JELLE; RISHOLT, 2017).

A condensação é consequência das escolhas de soluções construtivas inadequadas (pontes térmicas, edifícios com alta resistência térmica e altamente estanques ao ar, ou baixo isolamento térmico) e taxa de ventilação natural cada vez menor (uso do condicionamento mecânico das habitações), devendo ser analisada na fase de projeto e de construção e ao longo da vida útil da edificação.

Os estudos estrangeiros e nacionais que abordam a transferência de umidade e condensações tratam majoritariamente da análise de propriedades higrotérmicas de materiais e sistemas construtivos, do comportamento higrotérmico e de eficiência energética de edificações. Entretanto, este tema ainda é pouco estudado no Brasil.

Como a umidade proveniente do material e do meio modificam seu comportamento higrotérmico, há importância no desenvolvimento de trabalhos que possibilitem compreender o fenômeno, definir diretrizes para a elaboração e construção dos materiais e sistemas construtivos e de edificações, em vista desse agente de manifestação patológica.

A qualidade do ar interno é um fator determinante para a saúde, visto que, na maior parte do tempo, a população está em ambientes internos. Todos os grupos populacionais, especialmente os mais vulneráveis devido à idade ou ao estado de saúde, são expostos aos elementos presentes no ar interno. Um dos fatores a serem considerados é a umidade. A umidade no ambiente interno tem uma influência importante na saúde e bem-estar dos ocupantes. O nível de umidade influencia o conforto térmico e a percepção da qualidade do ar

interno, e aumenta o risco de exposição a bactérias, vírus e esporos de mofo. (EMERY *et al.*, 2019; INSTITUTE OF MEDICINE OF THE NATIONAL ACADEMIES, 2004; WHO, 2009).

A condensação é dependente de múltiplos fatores diretos e indiretos que a influenciam e que podem induzir ou reduzir o fenômeno, tais como a ventilação, produção de vapor de água e sistemas construtivos com resistência térmica alta ou resistência térmica baixa e a presença ou não de barreiras de vapor de água (ASPHAUG *et al.*, 2020; BADEMLİOĞLU; KAYNAKLI; YAMANKARADENİZ, 2018; DUARTE, 2010; SALES, 2016), além do projeto e sistemas construtivos que possuem pontes térmicas e alta estanqueidade ao ar. Assim sendo, o controle deste fenômeno apresenta dificuldades, por ser resultado de uma má escolha de sistema construtivo ou mau uso da edificação. (BARREIRA *et al.*, 2013; EMERY *et al.*, 2019; SALES, 2016). Contudo, em muitos casos, não são empregados critérios objetivos ou dados quantitativos de projeto que controlem esses fatores, sendo observado que muitos dos regulamentos internacionais são qualitativos em relação a condensação. (ASPHAUG *et al.*, 2020).

O aumento da umidade presente no material (condensação intersticial) faz com que haja um aumento da condutividade térmica, de forma que o controle da umidade é um pré-requisito para a eficiência energética. (BERARDI; NALDI, 2017). Byrne *et al.* (2016) demonstram em seu estudo que a umidade nos materiais da envolvente externa causa um maior dispêndio de energia elétrica. Portanto, é importante para o estudo da eficiência energética da edificação a análise da condensação.

Alguns trabalhos estudaram a influência da condensação nas edificações e sistemas construtivos, nos aspectos de durabilidade e habitabilidade. (FRASCA; CORNARO; SIANI, 2018; KÜNZEL, 1994; PAULA, 2017; SANTOS, 2017). Conforme estes autores, os sistemas construtivos e seus componentes são afetados pela umidade podem apresentar diversas ocorrências, como, por exemplo, a redução do isolamento térmico e o aumento da contaminação por poeira, crescimento de algas ou bolor.

O controle da umidade superficial ou intersticial de sistema construtivo é, como dito anteriormente, dependente de muitos parâmetros, principalmente do clima, projeto e composição do sistema construtivo, que variam de região para região. Por este motivo há a necessidade de desenvolver modelos higrotérmicos para a análise das variações de temperatura e umidade na envoltória das edificações (KÜNZEL; HOLM, 2009).

Os estudos realizados no Brasil que abordam o desempenho higrotérmico, publicados a partir de 2016, tratam de caracterização do desempenho higrotérmico de edificações residenciais, comerciais ou de serviços (PAULA, 2017; ZANONI *et al.*, 2020), do comportamento higrotérmico de materiais e sistemas construtivos (EYE *et al.*, 2017; SANTOS, 2017). Atualmente, não dois os trabalhos na base de dados que tratam de desenvolvimento de métodos de desempenho térmico (SILVA, 2016) e de desempenho higrotérmico, sendo que este foca em habitações de interesse social no Rio Grande do Sul e objetiva apresentar dados prescritivos para projetos (GRIGOLETTI E SATTLER, 2010).

Já os trabalhos internacionais publicados a partir de 2016, entre outros, abordam desempenho higrotérmico de materiais e sistemas construtivos (ASPHAUG *et al.*, 2020; BAGARIĆ; BANJAD PEČUR; MILOVANOVIĆ, 2020; LEE *et al.*, 2020; MOREIRA, 2020; NGUYEN *et al.*, 2019), impacto no comportamento higrotérmico da edificação no uso de vegetação para ampliação do desempenho térmico (ANTONYOVÁ; ANTONY; KORJENIC, 2017; GHOLAMI *et al.*, 2020; ZIRKELBACH *et al.*, 2017), análise da eficiência energética através de modelos de simulação higrotérmica (LI *et al.*, 2016), retrofit de edificações históricas e desempenho higrotérmico de edificações históricas (BISENIECE *et al.*, 2017; BRÁS *et al.*, 2017; CAMPBELL *et al.*, 2017; HANSEN *et al.*, 2017; HAO *et al.*, 2020; ZHAO; MEISSENER, 2017), desempenho higrotérmico de edificações vernaculares (DJEDJIG; BELARBI; BOZONNET, 2017; HOLZHUETER; ITONAGA, 2017; IOMMI, 2018), impacto do ocupante no desempenho higrotérmico (MØLLER; DE PLACE HANSEN, 2017), e modelos climáticos para a simulação, tanto na criação dos modelos quanto na utilização de modelos de clima extremos (BARREIRA *et al.*, 2017; FANG; CHEN; WU, 2020; KOČÍ; ČERNÝ, 2017; NIK, 2017; RAAMETS *et al.*, 2017).

O objetivo deste estudo é proporcionar maior familiaridade com o tema, identificando os fatores que causam o fenômeno da condensação, aprofundando o conhecimento, através de materiais já publicados nacional e internacionalmente.

2 MÉTODO

Para alcançar o objetivo proposto este estudo fundamenta-se no método científico de revisão narrativa. Desta forma, pode ser classificada, em termos de natureza, como uma pesquisa básica, pois se trata de conhecimento sem a intenção de resolver lacunas teórico-práticas.

Portanto, apresenta-se uma síntese do conhecimento sobre a condensação e sobre a normalização sobre o tema. Procurou-se, assim, determinar as relações dos parâmetros que foram analisados na pesquisa.

O artigo faz referência ao conceito e mecanismos de transmissão das condensações intersticiais e superficiais e os parâmetros arquitetônicos ou comportamentais que o influenciam. Também se apresenta as normas técnicas nacionais e internacionais sobre o comportamento térmico e higrotérmico das edificações, focado na análise de condensação, e programas computacionais que podem ser utilizados para esta análise.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A envoltória de uma edificação possui a função de abrigo às intempéries climáticas do ambiente exterior, que produzem cargas térmica e hídricas na envoltória, conforme a Figura 1: radiação solar, chuva incidente, umidade ascensional do solo, e trocas de calor e de vapor de água entre a superfície da envolvente e o ambiente. Ou seja, temperatura, teor de água e pressão parcial de vapor de água influenciam ambas as faces da envoltória. Estas cargas higrotérmicas possuem ao longo do dia variações consideráveis, e apenas uma parte delas é transmitida para a face interna da envoltória. (ANSI/ASHRAE, 2009).

Em geral, as cargas higrotérmicas completam ciclos sobrepostos, de estações, horárias (dia/noite) e climáticas (sol/chuva). Portanto, uma avaliação exata sobre a incidência e implicações destas deve ser feita antes da construção da edificação. (KÜNZEL; HOLM, 2009). Quanto as condições climáticas externas, estas possuem padrões, em geral, repetitivos, e seus impactos na edificação podem ser avaliados através de dados climáticos representativos do sítio da edificação.

O risco de condensação superficial e intersticial e do crescimento de mofo é definido tanto pelo transporte de umidade quanto pela propriedade de capacidade absorção de umidade dos diferentes materiais construtivos que compõem a edificação. (HANSEN *et al.*, 2017; MOREIRA, 2020; VANPACHTENBEKE *et al.*, 2017).

Quanto às condições internas da edificação, estas dependem do tipo de ocupação e da forma de utilização que os usuários promovem, de forma a manter o ambiente confortável e com condições de salubridade. (KÜNZEL; HOLM, 2009; PINTO; VIEGAS; FREITAS, 2017; VALDERRAMA-ULLOA *et al.*, 2020; YOUSEFI; GHOLIPOUR; YAN, 2017). As condições internas da edificação representam uma carga higrotérmica importante para a

envoltória, principalmente pela produção de umidade no interior das edificações serem altas. As condições internas das edificações sofrem influência do comportamento dos habitantes, sendo que comumente, uma família de quatro pessoas produz em torno de dez litros de água por dia. (ANTRETTTER *et al.*, 2017; JORNE, 2010; POZAS; GONZÁLEZ, 2016).

Figura 1 - Esquema das cargas higrotérmicas que agem na parede externa e suas alterações direcionais



Fonte: Adaptada de ANSI/ASHRAE(2009)

Portanto, a própria utilização das edificações e a presença de pessoas nesta resulta na produção de vapor de água. Quando a quantidade de vapor de água extrapola o valor correspondente ao ponto de saturação, irá ocorrer a condensação das quantidades em excesso, na superfície dos sistemas construtivos ou internamente aos materiais que o compõem. (BARREIRA *et al.*, 2013; ALMEIDA E FREITAS, 2016; PINHEIRO, 2013; VASILE *et al.*, 2016).

Na fase de projeto, no Brasil, os principais critérios analisados são o desempenho da edificação e a segurança e saúde dos habitantes, conforme os requisitos da norma de desempenho – ABNT NBR 15575:2013. Contudo, apesar de não analisada, a transferência de umidade através dos materiais construtivos que compõem a edificação influencia a durabilidade dos sistemas construtivos, a qualidade do ar interno, a segurança e a saúde dos habitantes, além da eficiência energética da edificação. (KARAGIOZIS; SALONVAARA, 2001; VALDERRAMA-ULLOA *et al.*, 2020).

A presença de umidade nas edificações possui origem em vários fenômenos e pode ter mais de uma causa. Estas manifestações quando não programadas influenciam na

durabilidade da edificação, pela degradação de materiais e estruturas, e contribuem na redução da resistência térmica e aumento da condutibilidade térmica dos sistemas construtivos, além do aparecimento de mofos e bolores. (FEDORIK; HAAPALA, 2017; GOMES *et al.*, 2017; MEISSNER; STÖCKER; VOGELSANG, 2017; ZHANG; YANG; GAO, 2017).

3.1 CONCEITO DE CONDENSAÇÃO

Verificam-se condensações superficiais quando o ar entra em contato com superfícies mais frias e a umidade absoluta do ar atinge o limite de saturação para a temperatura da superfície. Portanto, depende da constituição dos elementos construtivos, do clima e da forma de comportamento do ar úmido. (KÜNZEL; HOLM, 2009)

Conforme Freitas e Pinto (1998) e Pinheiro (2013), o comportamento do ar úmido é relacionado com:

- a) Umidade absoluta: temperatura e quantidade de vapor de água que o ar consegue conter;
- b) Limite de saturação: quantidade de vapor de água que uma unidade de ar pode conter; acima desse valor, o ar não possui capacidade para absorvê-lo, condensando as quantidades em excesso;
- c) Pressão parcial: vapor de água existente por volume ou massa de ar;
- d) Pressão de saturação: pressão limite da saturação;
- e) Temperatura de orvalho: temperatura limite para um volume de ar com uma quantidade de umidade absoluta para a qual o ar se encontra saturado.

Assim, o conceito de umidade relativa exprime a relação entre a quantidade de vapor de água por unidade de ar e o limite de saturação. Ou seja, a relação de equivalência entre a pressão parcial e a pressão de saturação (KÜNZEL *et al.*, 2005).

O limite de saturação não é constante, variando conforme a temperatura. Quando fria, aumenta a umidade relativa e quando quente, há uma redução da umidade relativa. Contudo, em ambos os casos a umidade absoluta se mantém constante (CUNHA, 2009; DUARTE, 2010).

Pode-se demonstrar as relações entre a umidade absoluta, a umidade relativa e a temperatura do ar pelo diagrama psicrométrico apresentado na Figura 2. O diagrama apresenta

3.1.1 Condensações superficiais

Os fatores que condicionam a umidade relativa e a difusão de vapor relacionam-se às diferentes condições climáticas no interior das edificações e, desta forma, à condensação superficial, são, segundo Pinheiro (2013), divididas em:

- a) Produção de vapor;
- b) Umidade relativa interior;
- c) Ventilação;
- d) Condições climáticas exteriores;
- e) Temperatura interior: aquecimento e orientação solar;
- f) Sistema construtivo: isolamento térmico e pontes térmicas.

A superfície interna da envolvente normalmente está a uma temperatura mais baixa que a temperatura do ambiente interno. Esta diferença de temperatura, somada a alta produção de vapor de água no interior das edificações, causa condensação superficial. O contato do ar com uma superfície mais fria aumenta a umidade relativa e ocasiona a condensação, ao atingir o limite de saturação. Sua presença será maior nos ambientes com menor isolamento térmico, como pontes térmicas, vidros e sistemas construtivos com baixa resistência térmica (HOLM; KÜNZEL; SEDLBAUER, 2003).

Em fachadas, o fenômeno depende de três fatores: (a) constituição do sistema construtivo; (b) clima local; e, (c) comportamento da umidade. Igualmente aos ambientes internos, a condensação superficial nas fachadas irá ocorrer quando o ar entra em contato com superfícies mais frias, e a umidade absoluta do ar atinge o limite de saturação. (PINHEIRO, 2013; YOU *et al.*, 2017).

3.1.2 Condensações intersticiais

A fachada das edificações constitui uma proteção contra às intempéries e uma barreira ao transporte de calor e à passagem de ar e vapor de água. A condensação intersticial em sistemas construtivos ocorre sempre que a pressão parcial do vapor de água que se transfere na parede se iguala a pressão de saturação equivale a temperatura deste ponto. Conforme as propriedades de permeabilidade ao vapor dos elementos construtivos que o vapor atravessa, a difusão acontece com maior ou menor resistência. (BARREIRA *et al.*, 2013; PINHEIRO, 2013).

Mantendo-se constantes as condições climáticas externas e internas, os fatores que atuam na condensação intersticial são as características de isolamento térmico, permeabilidade ao vapor de água dos elementos que compõem o sistema construtivo,

diferença de pressão atmosférica e fase de construção da edificação. Contudo, uma vez que os sistemas construtivos dividem ambientes com climas distintos, a difusão de vapor de água gera uma diferença de pressão parcial de vapor ao longo da espessura do material, e caso em algum dos pontos do sistema construtivo a pressão parcial de vapor igualar a pressão de saturação, acontece a condensação intersticial. (FREITAS; PINTO, 1998; KURKINEN, 2017; MØLLER *et al.*, 2017; SOUDANI *et al.*, 2016).

Normalmente, as condensações internas aos sistemas construtivos não se manifestam de forma visível, mas degradam os materiais construtivos e reduzem o desempenho térmico e eficiência energética da edificação. Como a condensação intersticial faz com que a resistência térmica dos sistemas construtivos seja reduzida e sua condutividade térmica aumentada, pode gerar ou aumentar o aparecimento de condensações superficiais. (KÜNZEL; HOLM, 2009)

3.2 MECANISMOS DE TRANSFERÊNCIA DE UMIDADE

O transporte de vapor de água na fase líquida é realizado pela capilaridade, gravidade e efeito dos gradientes de pressão externos, enquanto na fase gasosa é condicionado pela difusão e convecção. Desta forma, a transferência de umidade pode ocorrer de três maneiras: (a) difusão de vapor através de uma camada de ar imóvel; (b) difusão de vapor através de materiais porosos: igual ao processo anterior, sendo que a resistência a transferência é dependente da estrutura do material; e, (c) convecção: pela pressão e temperatura o transporte de vapor de água ocorre junto ao ar (FREITAS; PINTO, 1998).

Desta forma, o transporte ocorre pela diferença de pressão, devido à diferença de concentração de vapor de água, permeabilidade ao vapor de água e as espessuras dos materiais. (HENRIQUES, 1994).

Define-se permeabilidade ao vapor de água como a quantidade de vapor de água que passa por unidade de tempo pela unidade de superfície do material. Já a permeância é a razão entre a permeabilidade ao vapor de água e a espessura de um material, enquanto a resistência à difusão é o inverso da permeância. (HENRIQUES, 1994).

A transferência de vapor de água pela envoltória pode ocorrer de três distintas formas: (a) transporte de vapor entre a face interna do sistema construtivo e o meio interno; (b) transporte de vapor através dos sistemas construtivos, proveniente da diferença de pressão parcial de vapor de água entre ambiente externo e o interno; (c) transporte de vapor entre a face externa do sistema construtivo e o meio externo. (FREITAS; PINTO, 1998).

A higrometria corresponde ao excesso de umidade no ambiente interno e é definida pela produção de vapor (ω), as renovações de ar horárias (n) e o volume do ambiente (V), conforme apresentado na Equação (1). Pode-se interpretar, portanto, o acréscimo da pressão do vapor de água no ambiente interno em comparação ao do ambiente externo e, portanto, o gradiente de pressão submetido à envolvente. (ISO, 2012). Logo, a diferença de vapor de água entre ambientes resulta na transferência de umidade entre o sistema construtivo.

$$\frac{\omega}{n \times V} \text{ (kg/m}^3\text{)} \quad (1)$$

Vários modelos para avaliação teórica do transporte de umidade e temperatura em meios porosos não saturados têm sido analisados, empregando as leis de difusão de massa, com a fase líquida analisada pela lei de Darcy, a fase vapor pela lei de Fick, e de difusão de calor, através da lei de Fourier. Um dos métodos mais utilizados para análise teórica do risco de ocorrência de condensação intersticial no sistema construtivo e no estabelecimento de padrões de qualidade para os materiais construtivos é o método de Glaser, ainda que tenha seus limites e análise por regime permanente/estacionário. (FREITAS; TORRES; GUIMARÃES, 2008).

A aplicação do método requer que a umidade se desloque somente por transferência de vapor de água pela difusão, a difusão de vapor de água deve obedecer à lei de Fick e a transferência de calor deve ocorrer exclusivamente por condução. Além disso, os materiais de construção devem ser estanques ao ar, não higroscópicos e devem ter faces planas e paralelas. Ainda, os coeficientes de permeabilidade ao vapor de água e de condutibilidade térmica não devem variar e não deve ocorrer a redistribuição do vapor de água condensado. (CUNHA, 2009; PINHEIRO, 2013).

O método de Glaser tem como regra que a pressão de saturação não é constante ao longo do material ou do sistema construtivo enquanto este estiver submetido a um gradiente de pressão e temperatura. Determinando-se a pressão de saturação ao longo das camadas, tem-se as curvas de pressão de saturação. São necessários para aplicar o método o conhecimento da temperatura e umidade interna e externa, as características e espessuras das camadas que compõem o sistema construtivo e a resistências térmicas superficiais. A vantagem deste método é que este possibilita um resultado gráfico simplificado. (CUNHA, 2009; PINHEIRO, 2013).

Já a norma EN ISO 13788:2012 (ISO, 2012) oferece métodos de cálculo para análise de risco de condensação superficial e de condensação intersticial dos sistemas construtivos devido à difusão de vapor de água. Contudo, não leva em consideração a umidade proveniente do solo, precipitação, umidade da construção do sistema e umidade por convecção.

Além disso, o método da EN ISO 13788:2012 também não considera os seguintes dados, que podem apresentar diferença de resultados: a correlação da condutibilidade térmica ao teor de umidade; a emissão e absorção do calor latente; a alteração das características dos materiais com o teor de umidade; a sucção capilar e a transferência de umidade interna aos materiais; a passagem do ar através de frestas ou espaços; a higroscopicidade dos materiais. (CUNHA, 2009; JORNE, 2010; PINHEIRO, 2013).

Contudo, estes métodos (Lei de Glaser e EN ISO 13788:2012) não são considerados adequados para análises higrotérmicas de edificações, visto que ambos tratam de análises em regime estacionário. Desta forma, foi criada a EN 15026:2007, que tem como objetivo a análise dos resultados derivados de simulações higrotérmicas. Conforme Jorne (2010), as ferramentas de simulação que seguem tal normativa devem analisar o sistema construtivo em regime não estacionário (variável), incluindo os fenômenos de transporte e armazenamento de calor e umidade (Quadro 1).

Quadro 1 - Eventos presentes nas equações de transferência de calor e umidade

	Armazenamento de calor em materiais secos ou úmidos
Relacionados com o calor	Transporte de calor com condutibilidade térmica dependente do teor de água presente nos materiais
	Transporte de calor latente por difusão de vapor de água com alteração de fase (evaporação de vapor/condensação)
Relacionados com a umidade	Armazenamento de umidade por adsorção e desadsorção de vapor de água e forças capilares
	Transferência de umidade por difusão de vapor de água
	Transferência de água líquida por difusão de superfície e condução capilar

Fonte: adaptado de EN15026:2007

3.3 PARÂMETROS DE INFLUÊNCIA NA UMIDADE

A temperatura, umidade absoluta e a pressão parcial de vapor de água são os principais parâmetros que influenciam a envoltória da edificação. A edificação pode ser

avaliada através da representação dos dados climáticos da localização da edificação. Já as condições climáticas internas dependem de vários fatores, como o tipo de ocupação do edifício, o comportamento dos usuários, as propriedades térmicas da envoltória, entre outros. (MOREIRA, 2020; PAULA, 2017; VALDERRAMA-ULLOA *et al.*, 2020).

3.3.1 Parâmetros externos

A variação da umidade relativa no interior da edificação depende da umidade absoluta e da temperatura interna. A umidade absoluta depende de umidade absoluta externa, troca de vapor com elementos internos, ventilação e produção de vapor de água devido ao uso da edificação. (DUARTE, 2010; SALES, 2016).

O controle da umidade absoluta permite a prevenção de problemas relativos ao conforto térmico, a qualidade do ar, saúde dos habitantes e degradação de materiais e sistemas construtivos.

Os fatores que controlam a temperatura interna da edificação são: produção de calor pelos habitantes e atividades; produção de calor ou frio pelos aparelhos de condicionamento de ar; ventilação; nível de desempenho térmico da envoltória; temperatura externa; e, ganhos solares. (DE PLACE HANSEN; MØLLER, 2017; FROTA; SCHIFFER, 2001; MØLLER; DE PLACE HANSEN, 2017; VALDERRAMA-ULLOA *et al.*, 2020). Desta forma, as edificações que não estão condicionadas mecanicamente têm sua temperatura variável, acompanhando a temperatura externa.

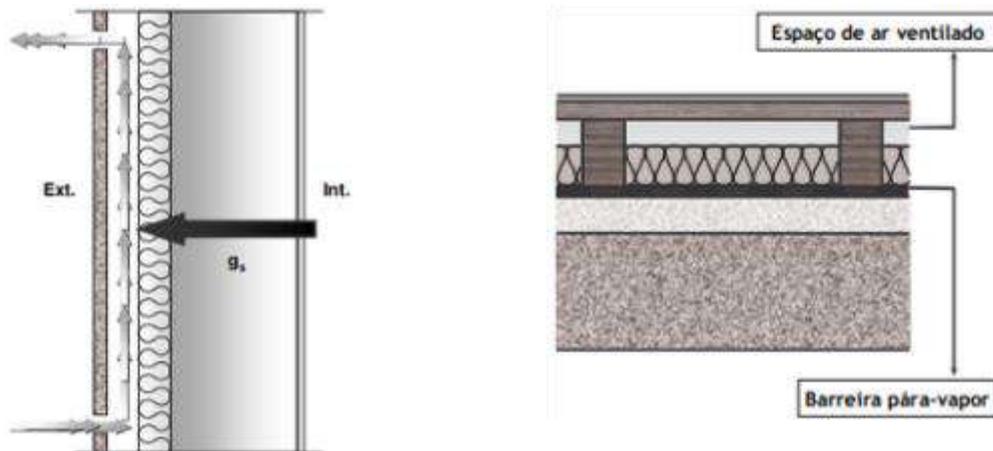
Nas edificações que possuem condicionamento ativo de ar, para gerar ambientes mais confortáveis termicamente, a edificação deve ter envoltória com alta resistência térmica e alta estanqueidade, para menor gasto de energia. Contudo, a ventilação reduzida e a umidade relativa interna levam a um maior risco de condensações superficiais. (DUARTE, 2010).

Assim, conforme Freitas e Pinto (1998) para a redução da condensação deve haver: (a) um adequado controle do clima interno dos edifícios, em relação ao aquecimento, resfriamento e ventilação dos ambientes; (b) quando o fluxo de vapor ocorre do ambiente interno para o meio externo da edificação, a resistência à difusão de vapor de água deve diminuir progressivamente, ou seja, barreiras ao vapor de água devem ser aplicadas internamente ao material de isolamento térmico (Figura 3); (c) Os espaços de ar no interior dos elementos construtivos onde pode ocorrer a acumulação de umidade devem ser ventilados

pelo lado externo das camadas de isolamento térmico e de eventuais barreiras de vapor de água (Figura 3); (d) deve-se evitar a aplicação de componentes pouco permeáveis em planos distintos do sistema construtivo, já que a secagem da umidade no meio do sistema é complicada. Conforme Li *et al.* (2016), Marincioni e Altamirano-Medina (2017), Pihelo, Kikkas e Kalamees (2016), Zhou, Derome e Carmeliet (2017) complementam que a utilização de isolantes térmicos voltados à face interna da envoltória aumenta a probabilidade de crescimento de mofo.

As condicionantes externas que se relacionam a condensação são várias e dependentes umas das outras. A influência será ampliada quanto maior for a entrada de ar externo na edificação. Segundo Marincioni e Altamirano-Medina (2017), o valor da umidade relativa interna irá baixar caso a umidade absoluta do ar externo seja menor e quando a temperatura do ar exterior seja maior que a do ar interno. Outra forma de reduzir o valor da umidade relativa do ar é usar os vãos envidraçados para aquecer o ar interno.

Figura 3 – Princípio de projeto da envoltória frente às condensações internas e superficiais



Fonte: Adaptado de Freitas e Pinto (1998)

Os fatores que afetam o nível de condensação em paredes de edificações condicionadas mecanicamente, conforme Kaczmarek e Weso (2017), em um estudo realizado em clima polonês através de simulação computacional utilizando o software WUFI® Plus com um estudo de caso em dois tipos de paredes leves, são: o tipo de material de isolamento térmico aplicado e a orientação solar e de chuva dirigida das paredes.

3.3.2 Parâmetros de uso

A produção de vapor de água interno das edificações deriva de múltiplos fatores, sendo que os relativos aos usuários são os mais importantes. Como o comportamento humano tende a ser imprevisível, há uma dificuldade na quantificação da umidade dentro de um edifício ao longo do dia. (MØLLER; DE PLACE HANSEN, 2017).

Conforme Duarte (2010), Pereira (2018), Yousefi, Gholipour e Yan (2017), a presença de pessoas, animais e plantas resulta em uma quantidade de vapor de água produzido, em relação ao número de pessoas, do tempo de permanência no ambiente e das suas atividades, como, por exemplo, o preparo de refeições, lavagem e secagem de roupa. A produção de vapor de água por atividade é apresentada no Quadro 2 e pode sofrer influência da temperatura do ambiente.

Quadro 2 – Produção de vapor de água conforme atividade

Atividade	Vapor de água (g/dia)
Pessoa	4000,00
Cozinhar (eletricidade)	2000,00
Cozinhar (gás)	3000,00
Lavar louça	400,00
Banho (por pessoa)	200,00
Lavar roupa	500,00
Secar roupa (por pessoa)	1500,00

Fonte: Duarte (2010)

A ventilação adequada do ambiente é, portanto, necessária para reduzir a quantidade de umidade absoluta e ampliar a qualidade do ar, promovendo uma umidade relativa uniforme, pois a renovação e circulação do ar realiza uma mistura de massas de ar. Os parâmetros que influenciam este processo são a umidade relativa do ar e a velocidade de circulação do ar, ambos para promover o conforto do usuário. Os ambientes e a orientação das aberturas devem ser coordenados com a direção de vento predominante. (MØLLER; DE PLACE HANSEN, 2017; MØLLER; MORELLI; HANSEN, 2019; PÉREZ, 2016; PINTO; VIEGAS; FREITAS, 2017; VASILE *et al.*, 2016).

Porém, esta estratégia não se aplica de forma igual a todas as edificações e climas, já que alguns casos, a ventilação pode acarretar um aumento do desconforto, com o aumento da umidade absoluta interna ou aquecimento da edificação. (HAGENTOFT; KALAGASIDIS,

2016; SANCHO SALAS, 2017; YOU *et al.*, 2017). Ainda, mesmo com a ventilação natural sendo realizada pelo usuário conforme requerido por regulamentos técnicos, medições indicam que ela se modifica constantemente em uma mesma edificação e em comparação com outras edificações. (MØLLER; MORELLI; HANSEN, 2019).

Conforme Duarte (2010), a ventilação deve ser permanente e ocorrer dos ambientes de permanência prolongada para os ambientes úmidos, como banheiros, cozinhas e lavanderias. No inverno, os ambientes de permanência prolongada devem ter uma renovação de ar por hora (ren/h), enquanto os demais devem ter no mínimo 4 ren/, e quando estes ambientes não estão sendo utilizados, pode ser no mínimo 2 ren/h. No verão, não há requisitos mínimos de ventilação.

A avaliação em estudo de caso em campo realizada por Pereira (2018) analisou o comportamento dos ocupantes no desempenho higrotérmico de edifícios residenciais. Os ocupantes interferem na temperatura, nível de umidade, concentração de CO₂, renovações de ar e no consumo de energia, em graus diferentes a depender da estação do ano, e que o impacto destas ações pode ficar localizadas em apenas uma região de um ambiente ou no ambiente.

3.4 SAÚDE DOS USUÁRIOS EM AMBIENTES ÚMIDOS

Conforme Emery *et al.* (2019), Institute of Medicine of the National Academies (2004) e WHO (2009), há evidências epidemiológicas suficientes para comprovar que usuários de edificações públicas e residenciais úmidas ou mofadas estão em maior risco de sintomas respiratórios, infecções respiratórias e aumento de crises asmáticas. Algumas das evidências epidemiológicas ainda sugerem ampliação do risco de rinite alérgica ou asma alérgica. Estas condições também são ampliadas com a maior quantidade de agentes microbiais em um ambiente úmido, já que estes se propagam sempre que houver água disponível.

Apesar de poucos estudos clínicos, há indícios de que a intervenção nestes ambientes para reduzir a umidade podem abrandar as reações adversas na saúde dos usuários. (EMERY *et al.*, 2019; WHO, 2009). Portanto, a seleção de uma faixa de umidade relativa do ar deve minimizar os efeitos degradantes na saúde e no conforto dos usuários enquanto reduz, tanto quanto possível, a velocidade de reações químicas e o crescimento de contaminantes biológicos (que irão impactar na qualidade da saúde e conforto dos habitantes). (ARUNDEL *et al.*, 1986; INSTITUTE OF MEDICINE OF THE NATIONAL ACADEMIES, 2004; STERLING; ARUNDEL; STERLING, 1985).

Outras evidências também sugerem que a melhor condição para a qualidade da saúde humana, para a menor quantidade de crescimento de microrganismos e a velocidade de interações

químicas, ocorrem na faixa de umidade relativa abaixo 60%, em temperatura ambiente normal. A umidade abaixo de 60% deve reduzir a maior parte de concentração de microrganismos e das concentrações no ar de formaldeído, ácido sulfúrico e dióxido de nitrogênio do ar, além de reduzir os problemas de saúde citados anteriormente. (ARUNDEL *et al.*, 1986; INSTITUTE OF MEDICINE OF THE NATIONAL ACADEMIES, 2004; STERLING; ARUNDEL; STERLING, 1985; WHO, 2009).

Deve-se considerar, entretanto, que há necessidade de que ocorra condensação superficial nas superfícies dos sistemas construtivos e móveis para estes microrganismos propagar, já que estes não se desenvolvem no ar. Portanto, para o controle do crescimento destes microrganismos as superfícies devem permanecer secas. A única exceção é a contaminação por ácaros, onde seu crescimento está diretamente relacionado a umidade relativa do ar acima de 70% dentro do seu habitat – milímetros acima de superfícies horizontais. (BAUGHMAN; ARENS, 1996).

3.5 MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS ASSOCIADAS À UMIDADE

Geralmente, parte das manifestações patológicas das edificações podem ser relacionadas a umidade, por condensações superficiais e intersticiais, higroscopicidade, umidade de construção, ascensional, canalizações e provenientes da água da chuva. Apesar do impacto da condensação ser menos expressivo, como das infiltrações, a umidade da condensação, a longo prazo, torna-se um problema considerável, provocando a degradação dos materiais. (CAMPBELL *et al.*, 2017; NUNO *et al.*, 2018; NASCIMENTO *et al.*, 2016; ORTOLAN *et al.*, 2015; PIHELO; KIKKAS; KALAMEES, 2016; STARAKIEWICZ *et al.*, 2020).

Conforme Henriques (1994), a umidade pode dissolver sais que eventualmente existem nas envoltórias, de fechamento dos poros dos materiais construtivos, reduzindo a permeabilidade ao vapor de água e causando o efeito de higroscopicidade. Também pode dar origem a formação de eflorescências e ou de criptoflorescências, fissuras e erosões nos revestimentos. Os sais que dão origem às eflorescências podem dar origem a fenômenos de degradação, resultantes dos aumentos de volume que acompanham sua cristalização. (FEDORIK; HAAPALA, 2017; MEISSNER; STÖCKER; VOGELSANG, 2017; SAITO, 2017; ZHAO; MEISSNER, 2017).

A condensação intersticial pode provocar o apodrecimento de materiais orgânicos, corrosão dos metais, destaque de materiais, crescimento de fungos e mofos. Portanto, o controle de umidade e análise do risco e quantidade de condensação permite impedir o surgimento de manifestações patológicas nas envoltivas e, assim, evitar posterior

necessidade de reabilitação nos edifícios já construídos. (BRÁS *et al.*, 2017; KOČÍ; ČERNÝ, 2017; SILVEIRA; PINTO; WESTPHAL, 2019).

Há alguns trabalhos que estudaram a influência da condensação nas edificações e sistemas construtivos nos aspectos de durabilidade e habitabilidade. (FANG; CHEN; WU, 2020; KÜNZEL, 1994; PAULA, 2017; SANTOS, 2017; SILVEIRA; PINTO; WESTPHAL, 2019). Conforme estes autores, os sistemas construtivos e seus componentes são afetados pela umidade podem, ainda, apresentar as ocorrências de redução do isolamento térmico, que influencia no desempenho térmico e eficiência energética da edificação, além da condensação superficial, o que irá ampliar a possibilidade de contaminação por poeira, crescimento de algas, fungos e mofo, impactando na qualidade do ar e saúde dos habitantes. Acarretam também a hidratação incompleta por secagem muito rápida e a cura retardada da cobertura de pavimentação por causa da secagem.

4 CONCLUSÃO

Ainda há poucos estudos de condensação superficial em território brasileiro, mas este é um parâmetro fundamental de análise de desempenho das edificações, influenciando a habitabilidade e durabilidade destas.

A condensação superficial é dependente de múltiplos fatores diretos e indiretos que a influenciam e que podem induzir ou reduzir o fenômeno, tais como a ventilação natural, produção de vapor de água, sistemas construtivos e projeto arquitetônico.

Por fim, o território brasileiro carece de mais estudos a respeito da influência do seu clima, das suas construções e sistemas construtivos e de seus usuários no desempenho higrotérmico e na condensação das edificações para que se possa propor uma normatização quantitativa e qualitativa da umidade.

REFERÊNCIAS

AUSTRALIAN BUILDING CODES BOARD (ABCB). **Condensation in buildings Handbook**. Canberra: ABCB, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 15220-1: Desempenho térmico de edificações - Parte 1: Definições, símbolos e unidades**. Rio de Janeiro: ABNT, 2005a. _____ **NBR 15220-2: Desempenho térmico de edificações - Parte 2: Métodos de cálculo da transmitância, da capacidade térmica, do atraso térmico e do fator solar de elementos e componentes de edificações**. Rio de Janeiro: ABNT, 2005b.

_____. **NBR 15220-3: Desempenho térmico de edificações - Parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social**. Rio de

Janeiro: ABNT, 2005c.

_____. **NBR 15575 - Edificações habitacionais — Desempenho**. Rio de Janeiro: ABNT, 2013.

ALMEIDA, R. M. S. F.; DE FREITAS, V. P. An insulation thickness optimization methodology for school buildings rehabilitation combining artificial neural networks and life cycle cost. **Journal of Civil Engineering and Management**, v. 22, n. 7, p. 915-923, 12 Jul. 2016.

AMERICAN SOCIETY OF HEATING, REFRIGERATING AND AIR-CONDITIONING ENGINEERS (ASHRAE). **Handbook of Fundamentals**. Atlanta: ANSI/ASHRAE, 2009.

ANTONYOVÁ, A.; ANTONY, P.; KORJENIC, A. Evaluation the hygrothermal effects of integration the vegetation into the building envelope. **Energy & Buildings**, v. 136, p. 121–138, 2017.

ANTRETTTER, F. *et al.* **WUFI ® Plus 3.1 Manual**. Holzkirchen: Fraunhofer Institut für Bauphysik, 2017.

ARUNDEL, A. V. *et al.* Indirect health effects of relative humidity in indoor environments. **Environmental Health Perspectives**, v. VOL. 65, n. 3, p. 351–361, 1986.

ASPHAUG, S. K. *et al.* Moisture control strategies of habitable basements in cold climates. **Building and Environment**, v. 169, n. June 2019, 2020.

BADEMLİOĞLU, A. H.; KAYNAKLI, Ö.; YAMANKARADENİZ, N. The effect of water vapor diffusion resistance factor of insulation materials for outer walls on condensation. **Isi Bilimi Ve Teknigi Dergisi/ Journal of Thermal Science and Technology**, v. 38, n. 2, p. 15–23, 2018.

BAGARIĆ, M.; BANJAD PEČUR, I.; MILOVANOVIĆ, B. Hygrothermal performance of ventilated prefabricated sandwich wall panel from recycled construction and demolition waste – A case study. **Energy and Buildings**, 109573, v. 206, 2020.

BARREIRA, E.J.M.P.Q. *et al.* Exterior condensations on façades: numerical simulation of the undercooling phenomenon. **Journal of Building Performance Simulation**, v.6, n. 5, p. 337-345, 2013.

BARREIRA, E. *et al.* Procedures in the construction of a test reference year for Porto-Portugal and implications for hygrothermal simulation. **Sustainable Cities and Society**, v. 32, n. March, p. 397–410, 2017.

BAUGHMAN, A. V.; ARENS, E. A. Indoor humidity and human health - Part I: Literature review of health effects of humidity-influenced indoor pollutants. **ASHRAE Transactions**, v. 102, n. 1, p. 193–211, 1996.

BERARDI, U.; NALDI, M. The impact of the temperature dependent thermal conductivity of insulating materials on the effective building envelope performance. **Energy & Buildings**, v. 144, p. 262–275, 2017.

BISENIECE, E. E. *et al.* Thermal performance of internally insulated historic brick building in cold climate: A long term case study. **Energy and Buildings**, v. 152, p. 577–586, 2017.

BRÁS, A. *et al.* Performance-based methods for masonry building rehabilitation using innovative leaching and hygrothermal risk analyses. **Sustainable Cities and Society**, v. 28, p. 321–331, 2017.

BRODERICK, Á. *et al.* A pre and post evaluation of indoor air quality, ventilation, and thermal comfort in retrofitted co-operative social housing. **Building and Environment**, v. 122, p. 126–133, 2017.

BRITISH STANDARD (BS). **BS 5250 - Code of practice for control of condensation in buildings**. Londres: BSI, 2016

BYRNE, A. *et al.* Case studies of cavity and external wall insulation retrofitted under the Irish Home Energy Saving Scheme : Technical analysis and occupant perspectives. **Energy & Buildings**, v. 130, p. 420–433, 2016.

CAMPBELL, N. *et al.* Monitoring the hygrothermal and ventilation performance of retrofitted clay brick solid wall houses with internal insulation: Two UK case studies. **Case Studies in Construction Materials**, v. 7, n. nov. 2016, p. 163–179, 2017.

CUNHA, A. L. A. da. **Simulação Numérica do Comportamento Higrotérmico de Edifícios: Aplicação à Avaliação de Risco de Condições Internas**. 2009. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto, Porto, 2009.

DE PLACE HANSEN, E. J.; MØLLER, E. B. Moisture supply in Danish single-family houses – the influence of building style. **Energy Procedia**, v. 132, p. 147–152, 2017.

DEUTSCHES INSTITUT FÜR NORMUNG (DIN). **DIN 4108 – Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Ge-bäuden**. Berlin: DIN, 2013.

_____. **DIN 1946-4 – Raumluftechnik – Teil 4: Raumluftechnische Anlagen in Gebäuden und Räumen des Gesundheitswesens**. Berlin: DIN, 2016.

DJEDJIG, R.; BELARBI, R.; BOZONNET, E. Experimental study of green walls impacts on buildings in summer and winter under an oceanic climate. **Energy & Buildings**, v. 150, p. 403–411, 2017.

DUARTE, J. P. S. R. F. **Condensações superficiais interiores: Avaliação do Risco**. 2010. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto, Porto, 2010.

EMERY, T. *et al.* **Toitū te kāinga toitū te ora toitū te tangata - Healthy homes, healthy people**. 1. ed. Rotorua: Toi Ohomai Institute of Technology, 2019. *E-book*.

EUROPEAN STANDARD (EN). **EN 15251 - Indoor environmental input parameters for design and assessment of energy performance of buildings addressing indoor air quality, thermal environment, lighting and acoustics**. Brussels: EN, 2007a.

_____. **EN 15026 - Hygrothermal performance of building components and building elements. Assessment of moisture transfer by numerical simulation**. Pilsen: EN, 2007b.

EYE, F. Von *et al.* Quantificação da ação do clima na degradação de fachadas em argamassa empregando a simulação higrotérmica. *In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS ARGAMASSAS, XII, 2017, São Paulo. Anais [...]*. São Paulo: SBTA, 2017

FANG, A.; CHEN, Y.; WU, L. Transient simulation of coupled heat and moisture transfer through

multi-layer walls exposed to future climate in the hot and humid southern China area. **Sustainable Cities and Society**, v. 52, n. February 2019, p. 101812, 2020.

FEDORIK, F.; HAAPALA, A. Impact of Air-gap Design to Hygro-thermal Properties and Mould Growth Risk between Concrete Foundation and CLT Frame. **Energy Procedia**, v. 132, p. 117–122, 2017.

FRASCA, F.; CORNARO, C.; SIANI, A. M. Performance assessment of a heat and moisture dynamic simulation model in IDA ICE by the comparison with WUFI Plus. **IOP Conference Series: Materials Science and Engineering**, v. 364, n. 012024, 2018.

FREITAS, V. P. de; PINTO, P. da S. **Permeabilidade ao vapor de materiais de construção - condensações internas**. 2. ed. LFC: FCT, 1998.

FREITAS, V. P. de; TORRES, M. I.; GUIMARÃES, A. S. **Humidade Ascensional**. Lisboa: FEUP, 2008.

FREITAS, J. M. R. *et al.* Análise da influência das pontes térmicas na simulação de eficiência energética nas paredes de edificações residenciais. **Revista de Arquitetura IMED**, v. 5, n. 2, p. 24–41, 2016.

FROTA, A. B.; SCHIFFER, S. R. **Manual de conforto térmico**. 5. ed. São Paulo: Studio Nobel, 2001.

GHOLAMI, M. *et al.* A comparison of energy and thermal performance of rooftop greenhouses and green roofs in Mediterranean climate: A hygrothermal assessment in WuFi. **Energies**, v. 13, n. 8, p. 15, 2020.

GIANANGELI, A.; DI GIUSEPPE, E.; D’ORAZIO, M. Design and performance assessment of building counter-walls integrating Moisture Buffering “active” devices. **Energy Procedia**, v. 132, p. 105–110, 2017.

GINJA, J. *et al.* Qualidade do ar interior nas habitações Portuguesas. *In: CONGRESS OF INNOVATION ON SUSTAINABLE CONSTRUCTION*, 12, 2012, Aveiro. **Anais [...]**. Aveiro: CINCOs’ 12, 2012.

GOMES, M. G. *et al.* The influence of moisture content on the thermal conductivity of external thermal mortars. **Construction and Building Materials**, v. 135, p. 279–286, 2017.

GRIGOLETTI, G. de C.; SATTler, M. A. Método de avaliação global de desempenho higrotérmico de habitações de interesse social para Porto Alegre - RS. **Ambiente Construído** (Online), v. 10, p. 101/8460-114, 2010.

HAGENTOFT, C.; KALAGASIDIS, A. S. Drying potential of cold attic using natural and controlled ventilation in different Swedish climates. **Procedia Engineering**, v. 146, p. 2–7, 2016.

HANSEN, T. *et al.* Material characterization models and test methods for historic building materials. **Energy Procedia**, v. 132, p. 315–320, 2017.

HAO, L. *et al.* Assessing the impact of climate change on energy retrofit of alpine historic buildings: Consequences for the hygrothermal performance. **IOP Conference Series: Earth and Environmental Science**, v. 410, n. 1, 2020.

HENRIQUES, F. M. A. **Humidade em Paredes**. Lisboa: Laboratório Nacional de Engenharia Civil, 1994.

HOLM, A.; KÜNZEL, H. M.; SEDLBAUER, K. the Hygrothermal Behaviour of Rooms : Combining Thermal Building Simulation and Hygrothermal Envelope Calculation. *In: (E. I. I. Conference, Org.) 2003, Eindhoven. **Building Simulation***. Eindhoven: Eighth International IBPSA Conference, 2003. p. 499–506.

HOLZHUETER, K.; ITONAGA, K. An Evaluation of WUFI-Bio to Predict Mold Growth in Straw Bale Walls in Japan. **Journal of Asian Architecture and Building Engineering**, v. 362, p. 357–362, 2017.

INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, QUALIDADE E TECNOLOGIA (INMETRO). **Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edificações Residenciais**. Rio de Janeiro: INMETRO, 2012.

INSTITUTE OF MEDICINE OF THE NATIONAL ACADEMIES. **Damp indoor spaces and health**. 1. ed. Washington: IMNA, 2004. .

IOMMI, M. The mediterranean smart adaptive wall. An experimental design of a smart and adaptive facade module for the mediterranean climate. **Energy & Buildings**, v. 158, p. 1450–1460, 2018.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION (ISO). **ISO 13788:2012 - Hygrothermal performance of building components and building elements -- Internal surface temperature to avoid critical surface humidity and interstitial condensation -- Calculation methods**. Geneva: ISO, 2012.

_____. **Ergonomics of the thermal environment — Analytical determination and interpretation of thermal comfort using calculation of the PMV and PPD indices and local thermal comfort criteria**. Geneva: ISO, 2005.

JORNE, F. J. F. **Análise Do Comportamento Higrotérmico De Soluções Construtivas De Paredes Em Regime Variável**. 2010. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, 2010.

KACZMAREK, A.; WESO, M. Factors affecting humidity conditions of a face wall layer of a heated building. **Procedia Engineering**, v. 193, p. 205–210, 2017.

KARAGIOZIS, A.; SALONVAARA, M. Hygrothermal system-performance of a whole building. **Building and Environment**, v. 36, n. 6, p. 779–787, 2001.

KOČÍ, J.; ČERNÝ, R. Effect of Weather Data Selection on Simulated Moisture and Temperature Fields in Building Envelopes in Central Europe. **Energy Procedia**, v. 132, p. 514–519, 2017.

KORJENIC, A.; ZACH, J.; HROUDOVÁ, J. The use of insulating materials based on natural fibers in combination with plant facades in building constructions. **Energy & Buildings**, v. 116, p. 45–58, 2016.

KÜNZEL, H. M. **Verfahren zur ein-und zweidimensionalen Berechnung des gekoppelten Wärme-und Feuchtetransports in Bauteilen mit einfachen Kennwerten**. 1994. These (Doktor-Ingenieurs) – Fakultät Bauingenieur, Universität Stuttgart, Stuttgart, 1994.

- KÜNZEL, H. M. *et al.* Simulation of indoor temperature and humidity conditions including hygrothermal interactions with the building envelope. **Solar Energy**, v. 78, n. 4, p. 554–561, 2005.
- KÜNZEL, H. M.; HOLM, A. H. Moisture Control and problem analysis of heritage constructions. *In: Encontro sobre Patologia e Reabilitação de Edifícios*, 3, 2009, Porto. **Anais [...]**. Porto: PATORREB2009, 2009. p. 85–102.
- KURKINEN, K. Case Study of a Cold Attic in a Pitched Roof with Minimal Ventilation. **Energy Procedia**, v. 132, p. 466–471, 2017.
- LEE, J. *et al.* Prediction evaluating of moisture problems in light-weight wood structure: Perspectives on regional climates and building materials. **Building and Environment**, v. 168, p. 106521, 2020.
- LI, Y. *et al.* Towards energy-Efficient homes: Evaluating the hygrothermal performance of different wall assemblies through long-term field monitoring. **Energy & Buildings**, v. 121, p. 43–56, 2016.
- MARINCIONI, V.; ALTAMIRANO-MEDINA, H. Analysis of the suitability of mould growth models for the risk assessment of woodfibre internal wall insulation. **Energy Procedia**, v. 132, p. 183–188, 2017.
- MARTÍNEZ, P.; SARMIENTO, P.; URQUIETA, W. Evaluación de la humedad por condensación al interior de viviendas sociales. **Revista INVI**, v. 20, n. 55, p. 154–165, 2005.
- MEISSNER, F.; STÖCKER, E.; VOGELSANG, S. Approaches for the boundary envelope design of an enhanced façade test facility. **Energy Procedia**, v. 132, p. 369–374, 2017.
- MØLLER, E. B. *et al.* Conditions for mould growth on typical interior surfaces. **Energy Procedia**, v. 132, p. 171–176, 2017.
- MØLLER, E. B.; DE PLACE HANSEN, E. J. Moisture supply in Danish single-family houses - The influence of occupant behavior and type of room. **Energy Procedia**, v. 132, p. 141–146, 2017.
- MØLLER, E. B.; MORELLI, M.; HANSEN, T. Air change rate in ventilated attics – reality and input for simulations. *In: MATEC 2019, Prague. MATEC Web of Conferences. Prague: CESBP 2019, 2019. p. 6. Anais... . Prague: CESBP, 2019.*
- MOREIRA, L. D. N. **Avaliação de soluções cobertura: comportamento à humidade e ACV**. 2020. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto, Porto, 2020.
- NASCIMENTO, M. L. M. *et al.* Wind-driven rain incidence parameters obtained by hygrothermal simulation. **Journal of Building Pathology and Rehabilitation**, v. 1, p. 5, 2016.
- NGUYEN, C.-K. *et al.* A full-scale experimental study concerning the moisture condensation on building glazing surface. **Building and Environment**, v. 156, p. 215–224, 2019.
- NIK, V. M. Application of typical and extreme weather data sets in the hygrothermal simulation of building components for future climate – A case study for a wooden frame wall. **Energy & Buildings**, v. 154, p. 30–45, 2017.
- NUNO, M.M.R. *et al.* Indoor hygrothermal conditions and quality of life in social housing: A

comparison between two neighbourhoods. **Sustainable Cities and Society**, v. 38, p. 80-90, 2018.

ORTOLAN, V. K. *et al.* Análise da possibilidade de condensação em paredes de concreto revestidas ou não com perfis de PVC - Estudo de caso. *In*: CONPAT 2015. Lisboa: CONPAT, 2015. p. 1-8. **Anais...** Lisboa: CONPAT, 2015.

PAULA, P. R. F. de. **Avaliação Do Desempenho Higrotérmico De Casas De Gesso No Brasil**. 2017. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto, Porto, 2017.

PEREIRA, F. P. F. **Avaliação do comportamento dos ocupantes no desempenho higrotérmico em edifícios residenciais**. 2018. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto, Porto, 2018.

PÉREZ, C. A. F. Calificación ambiental de la vivienda . Estrategias de adaptabilidad higrotérmica. **Revista Electrónica Nova Scientia**, v. 8, n. 16, p. 278-312, 2016.

PIHELO, P.; KIKKAS, H.; KALAMEES, T. Hygrothermal Performance of Highly Insulated Timber-frame External Wall. **Energy Procedia**, v. 96, n. out., p. 685-695, 2016.

PINHEIRO, J. A. **Importância Do Clima Exterior E Interior Na Quantificação Do Desempenho Higrotérmico Dos Edifícios**. 2013. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto, Porto, 2013.

PINTO, M.; VIEGAS, J.; FREITAS, V. Performance sensitivity study of mixed ventilation systems in multifamily residential buildings in Portugal. **Energy & Buildings**, v. 152, p. 534-546, 2017.

PIRES, J. R. **Investigação da viabilidade da redução do consumo de energia elétrica em edificações residenciais através da aplicação de soluções de conforto ambiental passivo**. 2013. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo, 2013.

POZAS, B. M.; GONZÁLEZ, F. J. N. Hygrothermal behaviour and thermal comfort of the vernacular housings in the Jerte Valley (Central System , Spain). **Energy & Buildings**, v. 130, p. 219-227, 2016.

RAAMETS, J. *et al.* Determination of hygrothermal performance of clay-sand plaster: Influence of covering on sorption and water vapour permeability. **Energy Procedia**, v. 132, p. 267-272, 2017.

SAITO, H. Application of the Wood Degradation Model to an Actual Roof Assembly subjected to Rain Penetration. **Energy Procedia**, v. 132, p. 399-404, 2017.

SALES, P. N. D. S. **Avaliação do Risco de Desenvolvimento de Bolores Simulação Numérica**. 2016. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto, Porto, 2016.

SANCHO SALAS, A. La simulación digital como herramienta para el reacondicionamiento bioclimático de edificios. **Anales de Edificación**, v. 3, n. 1, p. 32-43, 2017.

SANTOS, A. do N. dos. **Comportamento Higrotérmico De Paredes Em Gesso – Avaliação Da Adequabilidade a Zonas Climáticas Do Brasil**. 2017. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) –

Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto, Porto, 2017.

SILVA, A. S. **Desenvolvimento de um método para avaliação do desempenho térmico e energético de edificações aplicando análise de incertezas e sensibilidade**. 2016. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2016.

SILVEIRA, V. D. C.; PINTO, M. M.; WESTPHAL, F. S. Influence of environmental factors favorable to the development and proliferation of mold in residential buildings in tropical climates. **Building and Environment**, v. 166, p. 106421, 2019.

SLETNES, M.; JELLE, B. P.; RISHOLT, B. Feasibility study of novel integrated aerogel solutions. **Energy Procedia**, v. 132, p. 327–332, 2017.

SOUDANI, L. *et al.* Assessment of the validity of some common assumptions in hygrothermal modeling of earth based materials. **Energy & Buildings**, [S. l.], v. 116, p. 498–511, 2016.

STARAKIEWICZ, A. *et al.* Methods for determining mold development and condensation on the surface of building barriers. **Buildings**, [S. l.], v. 10, n. 1, 2020.

STERLING, E. M.; ARUNDEL, A.; STERLING, T. D. Criteria for Human Exposure To Humidity in Occupied Buildings. **ASHRAE Transactions**, v. 91, p. 611–622, 1985.

VALDERRAMA-ULLOA, C. *et al.* Indoor environmental quality in latin american buildings: A systematic literature review. **Sustainability (Switzerland)**, v. 12, n. 2, p. 1–19, 2020.

VAN SCHIJNDEL, A. W. M. Combining three main modeling methodologies for heat, air, moisture and pollution modeling. **Energy Procedia**, v. 132, p. 195–200, 2017.

VANPACHTENBEKE, M. *et al.* Hygrothermal behaviour of timber frame walls finished with a brick veneer cladding. **Energy Procedia**, v. 132, p. 363–368, 2017.

VASILE, V. *et al.* Indoor air quality – a key element of the energy performance of the buildings. **Energy Procedia**, v. 96, p. 277–284, 2016.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **WHO guidelines for IAQ - Dampness and Mold**. Germany: Druckpartner Moser, 2009.

YOU, S. *et al.* Study on moisture condensation on the interior surface of buildings in high humidity climate. **Building and Environment**, v. 125, p. 39–48, 2017.

YOUSEFI, F.; GHOLIPOUR, Y.; YAN, W. A study of the impact of occupant behaviors on energy performance of building envelopes using occupants ' data. **Energy & Buildings**, v. 148, p. 182–198, 2017.

ZANONI, V. A. G. *et al.* Estudo higrotérmico na autoconstrução: simulação computacional e medições em campo. **Ambiente Construído**, v. 20, n. 3, p. 109–120, 2020.

ZHANG, Q.; YANG, Z.; GAO, Y. The multi-goal optimal analysis of stand-alone gas engine heat pump system with energy storage (ESGEHP) system. **Energy & Buildings**, v. 139, p. 525–534, 2017.



ZHAO, J.; MEISSENER, F. Experimental investigation of moisture properties of historic building material with hydrophobization treatment. **Energy Procedia**, v. 132, p. 261–266, 2017.

ZHOU, X.; DEROME, D.; CARMELIET, J. Hygrothermal modeling and evaluation of freeze-thaw damage risk of masonry walls retrofitted with internal insulation. **Building and Environment**, v. 125, p. 285–298, 2017.

ZIRKELBACH, D. *et al.* A hygrothermal green roof model to simulate moisture and energy performance of building components. **Energy & Buildings**, v. 145, p. 79–91, 2017.

Percepção da aplicação de aulas no formato on-line por alunos de cursos presenciais de nível superior

FERNANDO BROMBATTI⁶

CAROLINE DO AMARANTE TOLAZZI⁷

Data de submissão: 31/10/2021. Data de publicação: 31/12/2021.

RESUMO

Este artigo busca identificar a percepção dos resultados da aprendizagem por alunos que participaram de aulas on-line e remotas, em uma instituição de Ensino Superior localizada na serra gaúcha no período de março de 2020 a outubro de 2021. Com o apoio de recursos tecnológicos e de telecomunicações, utilizando salas de aula virtuais que mediarão a interação entre docentes e discentes, as instituições de ensino mantiveram processos educacionais realizando aulas na modalidade on-line, em função das medidas restritivas de interação social impostas pelos órgãos governamentais. Através de um questionário exploratório realizado de forma on-line, encontramos alguns elementos que permitiram identificar a existência de resultados satisfatórios na aprendizagem conforme a percepção de alunos diante de um novo formato de ensino inserido no âmbito escolar que pode se transformar em uma nova opção de ensino presente no cotidiano educacional.

Palavras-Chave: Aprendizagem. Aula on-line. Ensino remoto. Tecnologia educacional.

1 INTRODUÇÃO

O ensino à distância apresentou, com o passar do tempo, uma forma de levar o ensino a grupos de estudantes não alcançados pelo ensino tradicional, rompendo as barreiras geográficas e temporais entre o aluno e o professor. Desta forma o acesso à educação esteve acessível, alternativamente, aos que se localizavam distante das instituições de ensino e àqueles que não podiam participar dos cursos em função da não disponibilidade nos horários em que as aulas aconteciam.

Como evolução no meio educacional, o uso da tecnologia permitiu a criação de novas formas de ensinar através da utilização de meios informatizados que disponibilizavam

⁶ Pós-graduando do Curso de Docência pelo Centro Universitário Uniftec de Caxias do Sul, graduado em Tecnologia de Desenvolvimento de Sistemas de Informação pela Faculdade TecBrasil de Caxias do Sul.

⁷ Mestre em Educação pela Universidade de Caxias do Sul. Especialização em Gestão de Pessoas e Coordenação de Grupos e graduado em Psicologia pela URI - Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões. É professora dos cursos de Administração, Gestão e Psicologia do Uniftec de Caxias do Sul, também docente do Curso de Especialização em Docência e dos MBA's Desenvolvimento Humano e Organizacional e Liderança e Coaching do Grupo Uniftec e do Instituto Brasileiro de Gestão de Negócios - IBGEN.

conteúdos utilizando ambientes de aprendizagem, estendendo os limites físicos das salas de aulas tradicionais. Gonçalves (2012) manifesta que avaliações comparativas entre alunos do ensino à distância e ensino presencial mostraram que os resultados foram melhores para os alunos que frequentavam cursos à distância, consolidando este formato e questionando o paradigma da baixa qualidade desta metodologia. Tori (2009) acredita na possibilidade de a educação presencial incorporar tecnologias de interatividade agregando metodologias que permitam a realização de atividades de aprendizagem de forma virtual.

No início do ano de 2020, com a propagação da epidemia do patógeno categorizado como SARS-CoV-2, criou-se um cenário apresentado como caótico por especialistas da área da saúde. Imediatamente governos adotaram compulsoriamente medidas drásticas de isolamento buscando reduzir a circulação de pessoas e evitar formas de contágio de um vírus considerado mortal pelos conhecedores do assunto. Como resultado da paralisação da realização das aulas em todos os níveis de ensino, fruto das medidas governamentais, as instituições buscaram meios que impedissem o adiamento dos processos educacionais além de manter ativas as rotinas de aprendizagem e interação entre alunos e professores. Através do uso das tecnologias de informação e comunicação foi possível desenvolver aulas em formato síncrono e on-line, de forma remota, promovendo a adaptação necessária a fim de viabilizar a continuidade do ensino.

O artigo em face busca avaliar a percepção dos estudantes de cursos presenciais de nível superior sobre seu processo de aprendizagem em aulas realizadas na modalidade on-line neste período excepcional para a educação brasileira onde o apoio da tecnologia foi essencial para a continuidade dos ritos educacionais nas instituições de ensino.

2 CONTEXTUALIZANDO ENSINO REMOTO E À DISTÂNCIA

O processo de ensino à distância teve seu início baseado no método do estudo por correspondência visando a inclusão de um público não atendido pelo ensino convencional além de representar uma alternativa para necessidades educacionais da sociedade da época como analfabetismo, reinserção profissional e público distante de centros urbanos como pontua Gonçalves (2012). Neste processo, conforme Vale (2012), o material didático impresso era responsável pela ligação entre o professor e o aluno ao passo que fazia a mediação do processo de ensino-aprendizagem. De acordo com Palhares (2009), esta



modalidade de ensino se baseava em cursos livres onde o aluno buscava o curso com o objetivo de progredir profissionalmente e melhorar sua situação financeira.

Essas experiências eram tentativas de alfabetização das populações camponesas e rurais, afastadas dos centros urbanos ou das propostas de ensino de ofícios, por correspondência, voltadas para demandas de formação para o trabalho. Tais práticas geralmente estavam associadas à área da educação não formal e eram conduzidas, em sua maioria, por Organizações Não Governamentais (ONGs) ou por associações mistas ou privadas. (GONÇALVES, 2012, p. 295).

A logística de envio dos materiais incluindo o retorno das atividades e materiais avaliativos ocorria pelo serviço de correios, incluindo os pagamentos relativos ao curso. Tal método tinha como uma das premissas a capacidade da autoaprendizagem por parte do aluno. Este método foi gradativamente substituído por outras formas mais atuais, como considera Palhares (2009), de forma que o ensino por correspondência se tornou apenas uma recordação de uma modalidade alternativa para o ensino à distância.

Posteriormente, em um processo evolutivo, o uso do rádio como meio de transmissão do conhecimento aos alunos romperia obstáculos com a chegada do ensino em locais distantes e alcançando públicos não atendidos pelos meios formais de ensino. O modelo utilizava-se de material didático impresso associado ao amplo alcance que o rádio como meio de comunicação social poderia ofertar como abrangência e penetração social. Bianco (2009) ressalta que o rádio foi visto como o meio capaz de promover a formação de uma consciência cidadã, ao oferecer escolarização suplementar e desenvolver capacidades de escrita e oralidade, elevando o nível educacional da população.

Nesse modelo predominantemente instrucional, os alunos se inscreviam nos cursos por meio das secretarias de ensino, acompanhavam as aulas pelo rádio e ainda dispunham de material impresso de apoio (apostilas). Havia três formas de acompanhamento desses cursos: a) recepção organizada, b) recepção controlada, c) recepção isolada ou individual. Na recepção organizada, grupos de alunos se reuniam regularmente para ouvir as aulas e desenvolver atividades complementares sob a coordenação de tutores ou professores. Os encontros podiam acontecer em centros comunitários, escolas, residências e salão paroquial. Na recepção controlada, o aluno ouvia individualmente as aulas, desenvolvia atividades propostas no material de apoio e, posteriormente, em conjunto com o monitor, em horário e local preestabelecidos, complementava as atividades das aulas. Na última modalidade, o aluno ouvia as aulas e fazia exercícios individualmente, depois prestava os exames de avaliação juntamente com os demais que participavam das outras duas formas de recepção. SANTOS (1977 *apud* BIANCO, 2009, p. 58-59).

Conforme pesquisa realizada em 1976 pelo IPEA⁸ sobre a educação através do rádio, forma detectadas algumas dúvidas quanto à sua eficiência: verificou-se que as aulas produzidas eram monótonas por não explorar os recursos de produção radiofônica além da metodologia basear-se em aulas apenas expositivas. A existência de um horário unificado de transmissão das aulas impedia que os alunos pudessem conciliar o estudo com o trabalho ocasionando elevados índices de evasão. Na visão de Vale (2012) este formato fracassou como método visto que não explorou os recursos da linguagem radiofônica e tentou reproduzir neste meio o formato do ensino presencial das escolas.

Menezes (2013) contextua que o advento do televisor permitiu agregar características dinâmicas ao conteúdo produzido de forma que a informação transmitida poderia incorporar imagens e animações. Desta forma, os conteúdos tornavam-se mais estruturados e poderiam facilmente incluir módulos práticos. Em contrapartida, a produção de conteúdos audiovisuais apresenta um custo econômico e temporal considerável sendo imprescindível, na visão de Menezes (2013), um planejamento claro, direto e objetivo para consolidar conteúdos de qualidade e atrair adeptos para esta modalidade de ensino. Na contramão, Barros (2011) entende que os métodos até então utilizados tinham como único objetivo a qualificação massiva da população vencendo a distância em que os alunos se encontravam, por meio de técnicas unilaterais de ensino com foco a atender interesse econômicos vigentes à época.

Na trilha da evolução, foi possível utilizar-se da distribuição de materiais em formatos digitais por meio de CD-ROMs. Vale (2012, p. 49) considerou esse processo moderno ao aluno pelo fato de “complementar e ampliar os seus estudos, por meio de recursos multimídia”. Com a informação disposta através de uma sequência linear ou links inseridos em hipertextos o aluno poderia navegar pelos tópicos de informação escolhendo uma das opções disponíveis. Tais opções eram previamente definidas na construção dos materiais com o emprego de imagens, sons, gráficos, vídeos e animações agregados aos textos.

Valente (2009) acrescenta que a realização de atividades por computador pode reelaborar ideias e desenvolver a autoaprendizagem e a construção de conhecimento. Não se trata apenas de receber informações passivamente, mas refletir e atribuir significados à informação. Podem ocorrer situações em que o aluno apenas memoriza a informação sem que haja compreensão da mesma. Tal fato decorre da impossibilidade de interação entre o professor e o aluno, bem como entre os demais colegas. Cabe aceitar que a construção do

⁸ Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada.

conhecimento utilizando esta ferramenta possui um limite além do qual o discente não consegue ultrapassar a partir do esforço individual. Valente (2009) afirma que “o aprendiz pode utilizar o CD-ROM com diferentes níveis de interesse, o que pode alterar o grau de reflexão e, portanto, de envolvimento com a informação e transformação dessa informação em conhecimento.” (VALENTE, 2009, p. 67).

Embora não seja possível garantir a construção do conhecimento, a utilização do CD-ROM buscou complementar a aprendizagem e facilitar a realização das atividades previstas além de ser uma solução de baixo custo que viabilizou a disseminação de conteúdos interativos para assuntos curriculares ou complementares. A utilização de mídias portáteis, referência feita por Menezes (2013) ao CD-ROM, permitiu que meios audiovisuais fossem incorporados ao ensino: o aluno teria à sua disposição um conjunto de aulas gravadas passíveis de serem visualizadas tantas vezes quantas fosse necessário e desejado.

Pela contínua evolução dos artefatos computacionais foi possível ampliar a utilização de audiovisuais em outras mídias como DVD e cartões de memória em equipamentos mais atuais como dispositivos móveis do tipo celular e *tablet*. Com a popularização da internet, todas as mídias e meios até então utilizados convergiram para um formato digital e on-line.

Conforme Barros (2009), através de espaços eletrônicos conhecidos como ambientes virtuais de aprendizagem (AVA), é possível realizar a veiculação e interação de conhecimentos e usuários. Tais ambientes são compostos por salas de aula virtuais estruturadas com o objetivo de promover a aprendizagem através de dinâmicas próprias que não existem em outras interfaces da internet pois potencializa, na visão de Barros (2009), a interatividade e a interação, construindo o conhecimento através da comunicação entre as pessoas. Tal cenário é possível pela flexibilização do espaço temporal e das barreiras espaciais no processo pedagógico da educação à distância.

Conforme relatado por Tori (2010) os ambientes virtuais de aprendizagem são considerados como o local onde acontece a educação à distância, sendo que tais recursos são utilizados no ensino presencial apenas como ferramenta de apoio. Na sua visão, com o uso dos recursos tecnológicos é possível criar na educação à distância uma sensação de presença social através de práticas interativas, citando analogias a conversas telefônicas, chats ou fóruns de discussão. Essa ideia é reforçada por Vale (2012) que considera o espaço educativo mediado por interfaces digitais um elemento do processo colaborativo de aprendizagem integrando professor e aluno, defendendo que a interação pode ocorrer de qualquer local e a qualquer horário, desde que exista acesso à internet.



Tori (2010) define um Ambiente Presencial de Aprendizagem (APA) como sendo uma sala de aula agregada de laboratórios, quando aplicáveis, e de ambientes virtuais de aprendizagem. Ao passo que apresenta o conceito de APA, Tori (2010) questiona a aplicação das tecnologias disponíveis e utilizadas na educação à distância também no formato de ensino presencial buscando uma reflexão quanto à interatividade dos alunos neste modelo tal qual acontece no modelo à distância.

Na esteira das transformações e como fruto da evolução das tecnologias informáticas, a utilização de videoconferências no ambiente do ensino trouxe novas dinâmicas ao processo educacional. Nesse contexto a videoconferência deixou de ser ferramental de apoio e passou a ser o próprio ambiente que permite a existência das aulas sem quaisquer referências com a sala de aula tradicional.

Nascida como uma ferramenta para comunicação empresarial e desenvolvida para possibilitar reuniões de negócios, nas últimas décadas, a videoconferência passou a ser utilizada com um fim educativo. Isso porque, dentre as mídias aplicadas na EAD, é a que está mais próxima do presencial ao permitir que participantes situados em dois ou mais lugares geograficamente distantes possam realizar uma reunião sincrônica com imagem e som, por meio de câmeras, microfones e periféricos, como CD-ROM, vídeo e computador como base para apresentações em slides, Internet etc. (CRUZ, 2009, p. 87).

A videoconferência pode ocorrer interligando uma sala com professor e alunos a outras salas com alunos. Também pode interligar, através de salas ou computadores próprios, professor e alunos, independente da sua localização geográfica visto que os partícipes utilizam-se de câmeras e microfones para realizar as interações de forma virtual. Cruz (2009) define esse cenário como uma extensão da sala de aula além dos seus limites físicos. Conforme Keegan (1995 *apud* Cruz, 2009) tal ambiente pode reintroduzir várias habilidades do ensino presencial, porém exige que os estudantes se desloquem para as salas virtuais em horários fixos para participar das aulas devendo haver por parte destes uma disponibilidade de acompanhar tais transmissões sincrônicas. Refere ainda uma mudança de conceito ao passo que transcende o ensino à distância tradicional do formato assíncrono para o formato síncrono apoiado nas tecnologias de informação.

Moran (2004) sustenta que as tecnologias possibilitam formas diferentes de realizar atividades de aprendizagem. Sua informação é apoiada na comparação com as atividades realizadas em nosso cotidiano através das mídias digitais. Esta comparação traz à tona a possibilidade da existência de aulas sem necessariamente ocupar sempre a mesma sala de



aula, combinando momentos iniciais em sala de aula com atividades à distância, mediadas por um ambiente virtual de aprendizagem.

Na mesma linha, Ferreira (2020) considera salutar a incorporação do uso da tecnologia no ambiente educacional tendo em vista sua presença no cotidiano das pessoas em atividades de lazer e profissionalizantes. Temos nesta proposta a melhor didática combinada na sala de aula com as atividades realizadas à distância, pensando no todo do currículo, onde cada disciplina tem exigências próprias para o melhor aproveitamento. “Podemos planejar mudanças graduais, flexibilizando o currículo, diminuindo número de aulas presenciais, combinando-as com atividades em laboratórios conectados à Internet e com atividades à distância.” (MORAN, 2004, p. 41).

Esta reflexão também é abordada por Gonçalves (2012) quando traz à tona a necessidade de novas formas de entregar qualificação e conhecimento aos alunos através de uma forma flexível inclusive de horários e frequências a determinados espaços.

O típico aluno para toda a vida é alguém que trabalha o dia inteiro em serviços qualificados, tem família e vida social e pessoal que deseja preservar. Isso exige uma oferta de conteúdos relevantes, de maneira flexível. Esses alunos e seus empregadores estão dispostos a pagar para obter os conhecimentos e qualificações de que necessitam, pois precisam ter acesso às últimas pesquisas e desenvolvimentos de sua área, mas as universidades devem se preparar para fornecer esses conhecimentos na forma flexível desejada; caso contrário, outras empresas ocuparão esse lugar. Possivelmente, considerando esse público, a preferência será pela oferta de pequenos módulos, com curta duração, que os estudantes possam acompanhar em casa ou no trabalho, **organizando-se de modo a não haver interferência em sua vida profissional ou pessoal.** (GONÇALVES, 2012, p. 298, grifo nosso).

Na percepção de Aguiar (2013), o ensino a distância permite ao aluno adquirir autonomia para sua aprendizagem ao passo que desenvolve uma forma própria de estudo resultante do engajamento motivado pela vontade de interação e organização do conhecimento. Conforme Santos Junior (2020), o ensino remoto apresenta um contexto diverso do ensino à distância por utilizar de mecanismos de ensino síncronos, realizados de forma on-line com interação em tempo real.

3 O ENSINO REMOTO COMO ALTERNATIVA DE CONTINUIDADE

Em dezembro de 2019, o surto de um patógeno até então desconhecido, identificado inicialmente na localidade chinesa de Wuhan causava uma espécie de pneumonia severa nos infectados com alguns destes evoluindo ao óbito. Tal patógeno, posteriormente categorizado como SARS-CoV-2, foi responsável pela propagação de uma doença com sintomas



respiratórios chamada COVID-19. O surto não esteve limitado ao local sendo propagado para outros países e causando uma epidemia em função do rápido contágio. Em 30 de janeiro de 2020 a Organização Pan-Americana da Saúde (OPAS) publicou comunicado⁹ da Organização Mundial da Saúde (OMS) que declarava situação de Emergência de Saúde Pública de Importância Internacional. Em 11 de março de 2020 a situação foi declarada¹⁰ como pandemia devido à sua expansão a nível global.

Antes da notificação de qualquer caso no Brasil, o Ministério da Saúde através da Portaria nº 188/2020, em 03 de fevereiro de 2020, declarou Emergência em Saúde Pública de Importância Nacional objetivando a prevenção, o controle e a contenção de riscos, danos e agravos à saúde pública. No mesmo sentido, houve a promulgação da Lei nº 13.979, em 06 de fevereiro de 2020 que autorizava, entre outras coisas, a determinação compulsória de medidas de isolamento e quarentena para evitar a transmissão do agente infeccioso de maneira descontrolada.

O Ministério da Educação, por sua vez, emitiu a Portaria nº 343 em 17 março de 2020 que autorizava, por um período excepcional de 30 dias, a substituição de aulas presenciais por aulas mediadas por tecnologias de informação e comunicação. Conforme critério das instituições, poderia haver a suspensão das aulas por igual período, devendo estas serem repostas posteriormente, podendo, inclusive, alterar calendário de férias desde que fosse cumprida a carga horária especificada na legislação. Tal período poderia ser prorrogado conforme orientações dos órgãos de saúde o que ocorreu através das Portarias nº 395, 473 e 544, esta última prorrogando o prazo até 31 de dezembro de 2020.

Diante da situação emergencial e apoiadas na existência de elementos legais, as instituições de ensino buscaram no ensino remoto formas de continuidade do processo educativo. Utilizando tecnologias de informação e comunicação buscou-se formas de mediação da interação entre alunos e professores através de salas de aulas virtuais.

Santos Junior (2020) complementa que com a impossibilidade da realização de aulas presenciais em todos os níveis de ensino, as instituições de ensino buscaram formas de adaptação para utilizar as plataformas digitais como mediação do processo de aprendizagem. Por sua vez, os docentes tiveram de realizar adequações em seus planos de aula e buscar

⁹ OMS declara emergência de saúde pública de importância internacional por surto de novo coronavírus. **Organização Pan-Americana da Saúde**, 2020. Disponível em: <<https://www.paho.org/pt/news/30-1-2020-who-declares-public-health-emergency-novel-coronavirus>>. Acesso em: 21 de set. 2021.

¹⁰ OMS afirma que COVID-19 é agora caracterizada como pandemia. **Organização Pan-Americana da Saúde**, 2020. Disponível em: <<https://www.paho.org/pt/news/11-3-2020-who-characterizes-covid-19-pandemic>>. Acesso em: 21 set. 2021.



novas estratégias de ensino além de adaptar espaços em suas residências para permitir que o ensino presencial pudesse ocorrer de forma remota em função da realidade presente naquele momento.

Abriu-se um critério histórico para a educação guiada pela tecnologia, no ensino remoto, que prosseguiu em nosso país por meio do reconhecimento do Conselho Nacional de Educação (CNE) e o Ministério da Educação (MEC) atribuindo que a carga horária disponibilizada nessa modalidade de ensino é absolutamente válida (ROSA, 2020, *apud* MIRANDA, 2020, p. 4).

Apesar das possibilidades de interação tornadas realidade pelas ferramentas tecnológicas nem todos os estudantes dispõem de acesso a esses recursos bem como uma conectividade aceitável para envolvimento nesta nova opção de ensino.

A sugestão de educação remota na rede pública como um todo, pode ser percebida como um grande equívoco, pois, inviabiliza o acesso ao conhecimento da classe social menos favorecida, por não ter acesso às tecnologias digitais ou não possuírem condições de moradia adequada para acompanhar de maneira satisfatória os momentos de aulas virtuais, pois, moram em residências pequenas com poucos espaços apropriados para poder estudar (ALVES, 2020, *apud* MIRANDA, 2020, p. 4-5).

O NIC.br¹¹ (2020) realizou pesquisa sobre o uso da internet durante a pandemia de Covid-19 no ano de 2020, denominada Painel TIC COVID-19. Dentre os dados levantados na pesquisa, alguns abordavam o aspecto da execução do ensino remoto. Conforme a pesquisa, que abordou usuários com 16 anos ou mais, um terço destes estava ativo em algum processo de educação formal. Destes alunos, 87% afirmou que a instituição de ensino buscou mecanismos para a realização do ensino de forma remota, com aulas ou outras atividades educacionais. Tal afirmação vai de encontro ao relato de Miranda (2020), onde “os docentes, num contexto de extrema urgência, tiveram que passar a organizar aulas remotas, atividades de ensino mediadas pela tecnologia, mas que se orientam pelos princípios da educação presencial.” (MIRANDA, 2020, p. 4).

Conforme narra a pesquisa do NIC.br, a maioria dos estudantes acessou os conteúdos por recursos digitais genéricos como sites, redes sociais ou plataformas de videoconferência sendo poucos aqueles que o fizeram por meio de ferramentas desenvolvidas exclusivamente para este fim. Tal revelação traz à tona um cenário em que as instituições de ensino não utilizavam recursos digitais específicos para o desempenho de suas atividades. Esta evidência

¹¹ O Núcleo de Informação e Coordenação do Ponto BR - NIC.br foi criado para implementar as decisões e os projetos do Comitê Gestor da Internet no Brasil - CGI.br, que é o responsável por coordenar e integrar as iniciativas e serviços da Internet no País.

é relatada por Tori (2010) ao mencionar que o modelo de ensino presencial tradicional não estava preparado para absorver recursos de interatividade e presença social. Conforme apontado por Schuartz (2020, p. 430), “o contexto digital requer um professor que não seja apenas um transmissor do conhecimento, mas também um provocador em uma sociedade que tem demandado sujeitos críticos, competentes, criativos e flexíveis.”. Complementa ainda a utilização de práticas pedagógicas flexíveis que coloquem os estudantes como produtores do conhecimento.

As dificuldades para esclarecimento de dúvidas com os professores, a qualidade da conexão com a rede mundial de computadores e a falta de estímulo para estudar foram as dificuldades que os alunos relataram na coleta de dados realizada pelo NIC.br. Na pesquisa realizada por Miranda (2020), com alunos de escolas municipais e estaduais de algumas cidades do Rio Grande do Norte, foram encontradas dificuldades similares como “a falta de comprometimento, desmotivação, demora nas devolutivas das atividades, ausência de acompanhamento dos pais e organização dos horários de estudos, além da dificuldade de acesso à internet.” (p. 9).

4 MATERIAIS E MÉTODOS

Este trabalho buscou a realização de um estudo com alunos de cursos presenciais de nível superior do Centro Universitário Uniftec, uma instituição de ensino situada na região serrana do Rio Grande do Sul. Esta instituição adotou a metodologia de aulas no formato on-line como meio de contornar a dificuldade de realização de aulas em suas dependências em função das medidas restritivas de interação social impostas pelos órgãos governamentais e como alternativa para a não suspensão das aulas. A instituição já utilizava o software *Moodle*¹² como ambiente virtual de aprendizagem em cursos ministrados na modalidade à distância e como ferramental de apoio para os cursos ministrados na modalidade presencial. O processo de adoção do Moodle como ferramenta de sustentação para a realização das aulas no formato on-line foi rápido e tranquilo.

O estudo buscou identificar, na percepção dos alunos, se a realização de aulas no formato on-line poderia trazer resultados satisfatórios ao processo de aprendizagem. A busca das informações ocorreu através da realização de uma pesquisa exploratória com *survey*

¹² O *Moodle* é uma plataforma de aprendizagem projetada para fornecer um sistema que crie ambientes de aprendizagem personalizados. Disponível em: <https://docs.moodle.org/all/pt_br/Sobre_o_Moodle>. Acesso em: 13 out. 2021.



utilizando uma abordagem quantitativa. Conforme Santos (1999 *apud* GERHARDT, 2009) a pesquisa com *survey* “é a pesquisa que busca informação diretamente com um grupo de interesse a respeito dos dados que se deseja obter.” (p. 39). Através deste método é possível garantir o sigilo dos participantes.

Os alunos foram convidados a participar por meio de um aviso enviado em meios digitais de comunicação já utilizados o qual continha uma sintética explicação dos objetivos a serem atingidos com a coleta e o *link* para acesso ao questionário. O questionário ficou disponível por 7 dias, de 8 a 15 de outubro de 2021 e contou com a participação de 177 alunos.

5 APURANDO OS RESULTADOS

Com a análise das respostas do questionário aplicado era esperado uma correlação entre o uso dos recursos disponibilizados pelas tecnologias digitais com um aproveitamento satisfatório do processo de ensino-aprendizagem pelos alunos dos cursos analisados. Também foi aguardada a confirmação de que as aulas ministradas de forma on-line poderiam significar um meio adicional a ser adotado na construção de um ensino de formato híbrido, diante das novas possibilidades apresentadas pela tecnologia na mediação do processo de ensino-aprendizagem.

No questionário encaminhado aos alunos através de convite havia três questões que buscavam definir seu perfil através do mapeamento de seu curso, sua idade e seu tempo no respectivo curso. O objetivo foi impessoalizar as informações, mas permitindo caracterizar a percepção dos alunos conforme o perfil de cada curso ou faixa etária e trazer afirmações o mais fidedignas possíveis conforme características próprias de cada grupo de participantes. Posteriormente havia quatro questões que auferiam informações sobre as tecnologias utilizadas no processo, como ferramentas, dispositivos e conectividade. O questionário finalizou com outras cinco questões que buscavam identificar subsídios sobre a percepção da aprendizagem e satisfação na participação das aulas no formato on-line.

5.1 OS PERFIS

Dos 177 alunos de 23 cursos de graduação presenciais que participaram do questionário, mais de dois terços (70,1%) possuem idade inferior a 30 anos. Encontramos neste grupo 19,8% de alunos na faixa etária entre 30 e 39 anos e 10,2% nas faixas com 40

anos ou mais. Do conjunto de alunos respondentes, 55,9% já participavam do curso antes do início das aulas no formato on-line e 44,1% iniciaram o curso em paralelo com a aplicação das aulas on-line.

5.2 AS TECNOLOGIAS

O primeiro viés de análise repousou sobre as tecnologias utilizadas na realização das aulas no formato on-line. Ao questionar os respondentes sobre as ferramentas utilizadas pelos professores no desenvolvimento das aulas foi possível identificar a prevalência da ferramenta *Microsoft Teams*¹³ nas aulas de 92,7% dos participantes, seguida pelas ferramentas *Zoom*¹⁴ com 80,8% e *Google Meet*¹⁵ com 29,4%. As demais ferramentas apresentaram valores irrelevantes. Dos 177 respondentes, 16,9% utilizaram apenas uma ferramenta nas aulas em que participaram, enquanto 59,3% utilizaram a combinação de duas ferramentas para participar de suas aulas e outros 23,7% tiveram a combinação de mais de duas ferramentas. Tal situação decorre, provavelmente, da preferência ou das habilidades do professor na familiaridade com os recursos que cada ferramenta propicia. Resta evidente que a maioria dos alunos conviveu com a utilização de mais de uma ferramenta para participar de aulas on-line ao longo deste período.

Quando perguntados sobre as ferramentas utilizadas para as comunicações necessárias com o professor, 74,6% dos participantes dizem ter utilizado o *Moodle* e 52,0% teriam utilizado o E-mail. O *WhatsApp*¹⁶ com mensagens de texto foi utilizado por 96,0% dos respondentes e o *WhatsApp* com envio de mensagens contendo áudio, vídeo ou imagem representou 65,0%. Outras ferramentas tiveram representação insignificante no universo analisado. Considerando apenas o *WhatsApp* como ferramenta utilizada no processo, a representatividade foi de 96,6%, índice bem superior à plataforma *Moodle*, utilizada como ferramenta de apoio pela instituição para organização das aulas e atividades aos alunos.

¹³ O *Microsoft Teams* é um software de colaboração que possibilita chat, reuniões e chamadas de forma integrada. Disponível em: <<https://www.microsoft.com/pt-br/microsoft-teams/group-chat-software>>. Acesso em: 13 out. 2021.

¹⁴ O *Zoom* é um software que permite a realização de reuniões on-line com chat integrado. Disponível em: <<https://explore.zoom.us/pt/products/meetings/>>. Acesso em: 13 out. 2021.

¹⁵ O *Google Meet* é um software que permite a realização de videochamadas e reuniões on-line. Disponível em: <<https://workspace.google.com/products/meet/>>. Acesso em: 13 out. 2021.

¹⁶ O *WhatsApp* é um aplicativo que propicia troca de mensagens, chamadas e envio de arquivos disponível para telefones celulares como alternativa ao SMS. Disponível em: <<https://www.whatsapp.com/about/>>. Acesso em: 13 out. 2021.



Com relação aos tipos de dispositivos utilizados para acompanhamento das aulas, 20,9% afirmam terem utilizado computador de mesa, enquanto 76,8% utilizaram celular e 90,4% utilizaram notebook. Quanto à diversidade de dispositivos quase dois terços (65,5%) dos respondentes utilizaram dois dispositivos. 13,0% utilizaram mais de dois dispositivos e 21,5% utilizaram apenas um tipo de dispositivo. Apenas 3,5% dos respondentes dizem ter utilizado *tablet* ou televisão, sendo que em todos os casos o uso foi concomitante com notebook e celular.

Por fim, quanto à conectividade dos alunos, 55,9% teriam utilizado apenas internet fixa e 42,4% usaram uma mescla de internet fixa e internet móvel. Somente 1,7% dos respondentes utilizaram-se apenas de internet móvel para participar das aulas on-line.

5.3 AS PERCEPÇÕES

Quando indagados a respeito de experiências anteriores com cursos à distância ou utilizando alguma plataforma de aprendizagem, 50,3% dizem nunca ter tido qualquer experiência, 9,6% afirmaram não terem participado de experiências satisfatórias e 23,2% afirmaram que suas experiências foram satisfatórias. Do universo de respondentes 16,9% afirmam que já tiveram experiências enquadradas nas duas situações.

Relativo às modalidades de ensino, 39,0% percebem um aprendizado melhor no formato presencial e 7,9% no formato on-line. O uso combinado das duas modalidades é visto como melhor por 37,9% dos entrevistados enquanto 13,0% acreditam que a modalidade não interfere no processo. Apenas 2,3% dizem não ter opinião formada sobre o assunto. Sobre a sua concentração durante as aulas quase metade (44,1%) dos respondentes afirma que houve alguns momentos de distração durante as aulas enquanto que 24,3% passaram por vários momentos de distração. A situação foi melhor para 22,0% dos alunos que dizem terem raros momentos de distração e para 9,6% que afirmaram estar sempre bem concentrados nas aulas.

Ao questionar o processo de esclarecimento de dúvidas com o professor, considerando uma escala numérica entre 1 e 5, sendo 1 para *Ruim* e 5 para *Ótimo*, mais de dois terços (70,1%) dos alunos atribuíram fatores 4 e 5, 21,5% atribuíram fator 3 e 8,5% atribuíram fatores 1 e 2. Na avaliação das aulas on-line de um modo geral, utilizando o mesmo critério da escala numérica entre 1 e 5, porém sendo 1 para *Monótonas* e 5 para *Dinâmicas*, 59,3% atribuíram fatores 4 e 5, 27,1% atribuíram fator 3 e 13,6% atribuíram fatores 1 e 2.

5.4 CRUZANDO RESPOSTAS

Além da análise individual de cada uma das questões aplicadas, procedeu-se algumas correlações entre as respostas como forma de embasar conclusões e futuros estudos a respeito da aprendizagem na modalidade on-line.

Analisando o conjunto dos alunos que consideram o aprendizado melhor através da modalidade presencial, 49,3% marcaram fatores 4 e 5 na escala que avalia o processo de esclarecimento de dúvidas com o professor e 33,3% marcaram fatores 4 e 5 na escala que avalia a dinamicidade das aulas on-line de um modo geral. Quase metade desses alunos (49,3%) nunca haviam tido experiências de ensino à distância, sendo este formato seu primeiro contato com a metodologia. 40,6% destes alunos não participaram do curso antes do início da aplicação de aulas on-line, 30,4% chegaram a cursar por um ano e 26,1% cursaram mais de um ano antes do início da aplicação do formato. O perfil etário deste grupo concentra-se na faixa de 20 a 29 anos com 58,0% de representatividade e 84,1% destes alunos afirmam terem alguns ou vários momentos de distração durante as aulas. Um conjunto considerável desses alunos ingressaram no curso justamente no momento da implantação do modelo de aulas on-line síncronas e um percentual expressivo de alunos afirmam haver momentos de distração durante as aulas o que pode nos induzir que esse conjunto de alunos não terão proveito de aulas nesta metodologia ou que precisarão de um processo de adaptação.

Ao verificar as respostas dos alunos que consideram o formato on-line como mais adequado, a totalidade deste grupo marcou fatores 4 e 5 nas questões que avaliava o esclarecimento de dúvidas com o professor e a dinamicidade das aulas. 57,1% desses alunos possuem menos de 30 anos, apenas 35,7% alegam ter alguns momentos de distração e 50,0% iniciaram o curso justamente no momento em que a instituição adotou as aulas on-line. 50% também já tiveram experiências de ensino à distância satisfatórias e 42,9% nunca tiveram qualquer experiência. Podemos perceber que temos aqui um outro perfil de alunos, voltado para outro formato de aprendizagem.

Por fim, avaliamos de forma conjunta, o grupo que considera melhor o aprendizado com a combinação de aulas presenciais e on-line e o grupo que considera as duas modalidades com a mesma qualidade. Estes dois conjuntos de alunos representa 50,9% dos respondentes. 80,0% deste conjunto marcou fatores 4 e 5 para a escala que avaliava o esclarecimento de dúvidas pelo professor e 71,1% para a escala que avaliava a dinamicidade das aulas. 51,1% nunca tiveram aulas à distância e 23,3% tiveram aulas à distância consideradas satisfatórias. A faixa etária concentra-se entre 20 a 29 anos, com 63,3% dos respondentes, sendo que 44,4%

iniciaram o curso após a aplicação do formato de aulas on-line. Estes índices apontam para uma aderência satisfatória do modelo, cabendo uma análise mais detalhada que possa determinar elementos não abordados no escopo deste estudo.

5.5 A TEORIA COM A REALIDADE

Ao avaliar a percepção dos alunos agrupando-os por cursos segundo sua área de atuação identificamos posicionamentos peculiares. Para esta análise descartamos as respostas que manifestaram não possuir uma opinião formada. A preferência pela modalidade de aulas on-line no grupo que respondeu o questionário foi baixa: 16,7% nos cursos de Engenharia, 12,5% nos cursos de Tecnologia da Informação, 11,4% nos cursos de Gestão, 9,1% em Design e 7,1% no curso de Psicologia. Para os demais cursos o valor foi inexpressivo.

Quando considerada a modalidade presencial os cursos que tiveram maior preferência entre os respondentes foram Gastronomia com 80,0% e Psicologia com 57,1%. Ligamos esta realidade à percepção de Tori (2010) quando menciona que o ensino presencial pode não estar preparado para aplicar os recursos de interatividade necessários para o sucesso do modelo.

Para os cursos das áreas de Gestão e Engenharias, quando avaliada a quantidade de alunos do grupo que prefere aulas mesclando as modalidades on-line e presencial ou que consideram ambas modalidades propícias ao aprendizado, com o grupo que prefere apenas aulas no formato presencial, temos praticamente a mesma quantidade em cada grupo, com uma leve tendência para a modalidade presencial. Nos cursos de Tecnologia da Informação esses grupos apresentaram quantidades exatamente iguais. Para uma conclusão efetiva sobre a modalidade onde ocorre o melhor aprendizado nestes cursos, é prudente a realização de um estudo específico que investigue de forma detalhada outros fatores e aspetos além dos abordados neste trabalho.

Os alunos que preferiram aulas combinando as modalidades presencial e on-line ou que consideraram ambas como igual forma de aprendizado representam 74,1% em Arquitetura e Urbanismo e 50% em Design. Tal cenário vai ao encontro com a afirmação de Tori (2010) que considera os ambientes virtuais de aprendizagem como recursos de apoio ao ensino presencial. Esses dois cursos representam um universo consistente dos respondentes, com 56,6%, revelando que o ensino no formato híbrido se apresenta como uma possibilidade de evolução dos meios educacionais tradicionais.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Participamos de um processo de intensa atualização do ensino para ferramentas digitais decorrente do cenário de fechamento temporário das escolas. Tal processo trouxe à reflexão didáticas e dinâmicas de aulas on-line apoiadas por ferramentas criadas com tecnologias de informação e comunicação. Alunos e professores, em localizações espaciais distantes fisicamente, encontraram-se em salas de aula virtuais, em horários específicos, para participação em aulas realizadas ao vivo, apoiadas por recursos de comunicação.

Ao evoluir a educação dos meios impressos para a modalidade à distância aceitamos conciliar o estudo com as demais atividades pessoais e profissionais dos alunos, buscando levar o acesso ao conhecimento para além dos limites físicos das salas de aula tradicionais. É possível constatar que a tecnologia foi o principal elemento que influenciou as transformações nos métodos de ensino ao longo dos tempos. É importante tornar presente que todas as atividades humanas estão sujeitas à transformação quando apoiadas por recursos tecnológicos. Com o surgimento da internet as mídias convergiram para formatos digitais e on-line. Desta forma, através de interfaces digitais é possível que ocorra a interação em qualquer hora e local, desde que exista conectividade com a internet.

O ensino à distância não é um formato novo, porém diverso daquele aplicado durante este período em que as escolas estiveram impedidas de receber alunos presencialmente. Mesmo tendo sua aplicação de forma emergencial, tal modalidade permitiu a ocorrência de processos educacionais além dos limites espaciais e temporais dos ambientes de ensino até então conhecidos. Mesmo incipiente, este estudo permitiu uma análise inicial da percepção do aprendizado por parte dos alunos que são diretamente afetados pela qualidade das técnicas pedagógicas aplicadas. Ao experimentar uma nova forma de aprendizagem, o grupo avaliado, mesmo que pequeno, teve uma recepção satisfatória quanto às dinâmicas oferecidas pela nova modalidade proposta.

Pensar em uma combinação dos melhores aspectos das aulas presenciais com as facilidades das aulas remotas pode representar uma nova modalidade de ensino em um futuro próximo, sem esquecer, é claro, das exigências e particularidades que cada uma das disciplinas de um curso possui. O olhar da evolução deve concentrar-se na integração entre o presencial e o virtual buscando um amadurecimento deste modelo como opção de dinamismo que pode transcender os meios tradicionais de construção do conhecimento.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, Eliane Vigneron Barreto. As novas tecnologias e o ensino-aprendizagem. **Revista Vértices**, [Campos dos Goytacazes], v. 10, n. 1, p. 63-71, 1 ago. 2013. Disponível em: <<https://essentiaeditora.iff.edu.br/index.php/vertices/article/view/1809-2667.20080006/26>>. Acesso em: 14 maio. 2021.
- BARROS, Maria das Graças. As concepções de interatividade nos ambientes virtuais de aprendizagem. In: SOUSA, R. P. et al. (Org.). **Tecnologias digitais na educação**. Campina Grande : EDUEPB, 2011. p. 209-232. Disponível em: <<http://books.scielo.org/id/6pdyn/pdf/sousa-9788578791247-09.pdf>>. Acesso em: 15 maio. 2021.
- BIANCO, Nelia R. Del. Aprendizagem por rádio. In: LITTO, Fredric Michael; FORMIGA, Manuel Marcos Maciel. (Org.). **Educação a distância: o estado da Arte**. 1. ed. São Paulo : Pearson Education do Brasil, 2009, v. 01, cap. 9, p. 56-64.
- BRASIL. Lei nº 13.979, de 6 de fevereiro de 2020. Dispõe sobre as medidas para enfrentamento da emergência de saúde pública de importância internacional decorrente do coronavírus responsável pelo surto de 2019. **Diário Oficial da União, Brasília, DF, 07 fev. 2021**. Disponível em: <<https://www.in.gov.br/web/dou/-/lei-n-13.979-de-6-de-fevereiro-de-2020-242078735>>.
- _____. Ministério da Saúde. Gabinete do Ministro. **Portaria nº 188, de 3 de fevereiro de 2020**. Declara Emergência em Saúde Pública de importância Nacional (ESPIN) em decorrência da Infecção Humana pelo novo Coronavírus (2019-nCoV). Brasília, 2020. Disponível em: <<https://www.in.gov.br/web/dou/-/portaria-n-188-de-3-de-fevereiro-de-2020-241408388>>.
- _____. Ministério da Educação. Gabinete do Ministro. **Portaria nº 343, de 17 de março de 2020**. Dispõe sobre a substituição das aulas presenciais por aulas em meios digitais enquanto durar a situação de pandemia do Novo Coronavírus - COVID-19. Brasília, 2020. Disponível em: <<https://www.in.gov.br/web/dou/-/portaria-n-343-de-17-de-marco-de-2020-248564376>>.
- _____. _____. _____. **Portaria nº 395, de 15 de abril de 2020**. Prorroga o prazo previsto no § 1º do art. 1º da Portaria nº 343, de 17 de março de 2020. Brasília, 2020. Disponível em: <<https://www.in.gov.br/web/dou/-/portaria-n-395-de-15-de-abril-de-2020-252725131>>.
- _____. _____. _____. **Portaria nº 473, de 12 de maio de 2020**. Prorroga o prazo previsto no § 1º do art. 1º da Portaria nº 343, de 17 de março de 2020. Brasília, 2020. Disponível em: <<https://www.in.gov.br/web/dou/-/portaria-n-473-de-12-de-maio-de-2020-256531507>>.
- _____. _____. _____. **Portaria nº 544, de 16 de junho de 2020**. Dispõe sobre a substituição das aulas presenciais por aulas em meios digitais, enquanto durar a situação de pandemia do novo coronavírus - Covid-19, e revoga as Portarias MEC nº 343, de 17 de março de 2020, nº 345, de 19 de março de 2020, e nº 473, de 12 de maio de 2020. Brasília, 2020. Disponível em: <<https://www.in.gov.br/web/dou/-/portaria-n-544-de-16-de-junho-de-2020-261924872>>.



CRUZ, Dulce Márcia. Aprendizagem por videoconferência. In: LITTO, Fredric Michael; FORMIGA, Manuel Marcos Maciel. (Org.). **Educação a distância: o estado da Arte**. 1. ed. São Paulo : Pearson Education do Brasil, 2009, v. 01, cap. 13, p. 87-94.

FERREIRA, Denise Helena Lombardo. Processo de ensino e aprendizagem no contexto das aulas e atividades remotas no Ensino Superior em tempo da pandemia Covid-19. **Revista Práxis**, [Volta Redonda], v. 12, n. 1 (Sup.), p. 19-28, dez. 2020. Disponível em: <<https://revistas.unifoa.edu.br/praxis/article/view/3464>>. Acesso em: 22 set. 2021.

GERHARDT, Tatiana Engel; SILVEIRA, Denise Tolfo. **Métodos de pesquisa**. 1. ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.

GONÇALVES, Maria Beatriz Ribeiro de Oliveira. A inserção da EAD em uma instituição de ensino convencional. In: LITTO, Fredric Michael; FORMIGA, Manuel Marcos Maciel. (Org.). **Educação a distância: o estado da Arte**. 1. ed. São Paulo : Pearson Education do Brasil, 2012, v. 02, cap. 34, p. 294-302.

Histórico da pandemia de COVID-19. **Organização Pan-Americana da Saúde**, 2020. Disponível em: <<https://www.paho.org/pt/covid19/historico-da-pandemia-covid-19>>. Acesso em: 21 de set. 2021.

MIRANDA, Kacia Kyssy Câmara de Oliveira et al. Aulas remotas em tempo de pandemia: desafios e percepções de professores e alunos. **Anais VII CONEDU - Edição Online**. Campina Grande: Realize Editora, 2020. Disponível em: <<https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/68086>>. Acesso em: 14 maio 2021.

MENEZES, Matheus Ribeiro. Uma imagem vale mais que mil palavras: o uso do audiovisual no EAD. **Ideias e Inovação - Lato Sensu**, Aracaju, v. 1, n. 3, p. 9-16, 2013. Disponível em: <<https://periodicos.set.edu.br/ideiaseinovacao/article/view/1066>>. Acesso em: 30 ago. 2021.

MORAN, José Manuel. Propostas de mudança nos cursos presenciais com a educação "on-line". **Revista da ABENO**, [S. l.], v. 5, n. 1, p. 40-45, 2005. Disponível em: <<https://revabeno.emnuvens.com.br/revabeno/article/view/1482>>. Acesso em: 19 set. 2021.

NIC.br. **Pesquisa web sobre o uso da Internet no Brasil durante a pandemia do novo coronavírus : Painel TIC COVID-19**. São Paulo : Comitê Gestor da Internet no Brasil, 2021. Disponível em: <https://nic.br/media/docs/publicacoes/2/20210426095323/painel_tic_covid19_livro_eletronico.pdf>. Acesso em 14 maio 2021.

PALHARES, Roberto. Aprendizagem por correspondência. In: LITTO, Fredric Michael; FORMIGA, Manuel Marcos Maciel. (Org.). **Educação a distância: o estado da Arte**. 1. ed. São Paulo : Pearson Education do Brasil, 2009, v. 01, cap. 8, p. 48-55.

SANTOS JUNIOR, Verissimo Barros dos; MONTEIRO, Jean Carlos da Silva. Educação e Covid-19: as tecnologias digitais mediando a aprendizagem em tempos de pandemia. **Revista Encantar - Educação, Cultura e Sociedade**, [Bom Jesus da Lapa], v. 2, p. 01-15, jan./dez. 2020. Disponível em: <<https://revistas.uneb.br/index.php/encantar/issue/view/455>>. Acesso em 14 maio 2021.



SCHUARTZ, Antonio Sandro; SARMENTO, Helder Boska de Moraes. Tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC) e processo de ensino. **Revista Katálysis**, Florianópolis, v. 23, n. 3, p. 429-438, set./dez. 2020. Disponível em:

<<https://periodicos.ufsc.br/index.php/katalysis/issue/view/Pol%C3%ADtica%2C%20Ci%C3%A2ncia%20e%20Mundo%20das%20Redes/202>>. Acesso em: 14 maio 2021.

TORI, Romero. Cursos híbridos ou *blended learning*. In: LITTO, Fredric Michael; FORMIGA, Manuel Marcos Maciel. (Org.). **Educação a distância: o estado da Arte**. 1. ed. São Paulo : Pearson Education do Brasil, 2009, v. 01, cap. 17, p. 121-127.

_____. A presença das tecnologias interativas na educação. **Revista de Computação e Tecnologia da PUC-SP**, São Paulo, v. 2, n. 1, out. 2010. Disponível em:

<<https://revistas.pucsp.br/index.php/ReCET/article/view/3850>> Acesso em: 14 maio 2021.

VALE, Lucas C. do; FERREIRA, Simone de Lucena. Da carta ao AVA: As tecnologias na construção de uma identidade na EAD. **Revista Interface Científica - Educação**, Aracaju, v. 1, n. 1, p. 43-51, 2012. Disponível em:

<<https://periodicos.set.edu.br/educacao/article/view/158>>. Acesso em: 12 maio 2021.

VALENTE, José Armando. Aprendizagem por computador sem ligação à rede. In: LITTO, Fredric Michael; FORMIGA, Manuel Marcos Maciel. (Org.). **Educação a distância: o estado da Arte**. 1. ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2009, v. 01, cap. 10, p. 65-71.

Monitoramento de vazão de gás industrial Via Lorawan

GERSON LUIS DA SILVA GIASSON

PROF. ME SAMUEL FERRIGO

Data de submissão: 31/10/2021. Data de publicação: 31/12/2021.

RESUMO

Atualmente, com a crescente demanda de equipamentos de tecnologia dentro da indústria, denominada Indústria 4.0, verifica-se a necessidade de interação destes equipamentos com a Internet, denominando assim de Internet das Coisas – IoT. Com isso, o presente trabalho tem por objetivo desenvolver um protótipo que permita o monitoramento de gás em tempo real, por meio de uma tecnologia sem fio em um ambiente industrial, evitando o desperdício. Após estudo dos sistemas Wi-Fi, LoraWan, Sigfox e NB-IoT, definiu-se que o melhor método de comunicação será utilizar o módulo LoraWan ligado ao medidor de gás, comunicando com Gateway já existente na região da empresa onde o trabalho será abordado. O gateway LoraWan envia os dados recebidos para a ferramenta web, denominada Tago, que armazena os dados em nuvem, e os apresenta em formato de gráficos para análise e tomada de decisão. Após testes efetuados a partir do protótipo, verifica-se que a comunicação entre LoraWan, Gateway e ferramenta Tago foi realizada com sucesso no local onde será implantado, transmitindo os dados, mesmo em ambientes mais hostis, apresentando perdas que não comprometeram tal monitoramento.

Palavras-chave: *Internet of Things*. LoraWan. Indústria 4.0. Monitoramento. Vazão de gás.

1 INTRODUÇÃO

Atualmente, com a crescente interação dos computadores dentro da indústria, a comunicação tem sido um desafio, devido a suas diferentes tecnologias, implementações, e diversos aparelhos usados para o mesmo fim. A transmissão de dados dentro de uma rede, entre diversos dispositivos, é chamada de Internet das Coisas (*Internet of Things* - IoT).

IoT é uma extensão da internet, podendo comunicar dispositivos a outros computadores, de qualquer lugar, trocando informações e, assim, aumentando o número de dispositivos conectados na rede (OLIVEIRA S, 2017).

Um dos benefícios da Indústria 4.0 é o uso do controle da solda. Uma grande vantagem no uso de uma máquina de solda automatizada, com conexão à internet, é o aumento de produtividade, pois ao rastrear a sua linha de produção de solda, é possível obter índices e identificar pontos para desenvolver um processo mais eficiente. Porém, este rastreamento apresenta dificuldades no monitoramento contínuo, devido ao ambiente hostil que a solda se apresenta, em uma linha de produção.

Diante deste cenário, o presente estudo visa resolver um dos problemas de monitoramento contínuo da indústria 4.0, quando utilizado o sistema de gás, que se refere ao fato deste monitoramento se realizar em chão de fábrica, ambiente este hostil para a transmissão de dados em redes sem fio e redes cabeadas com cobre.

O monitoramento de gás industrial já existe, mas existem problemas de interferências, que este trabalho visa resolver. Monitorar a vazão de gás em tempo real, em ambiente hostil, evitando desperdícios de custo e energia, são os objetivos principais deste estudo.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Este capítulo tem como objetivo apresentar técnicas de comunicação de dados e sistemas de leituras de gás industrial, utilizando a rede LoraWan e sensor de gás industrial.

2.1 LORAWAN

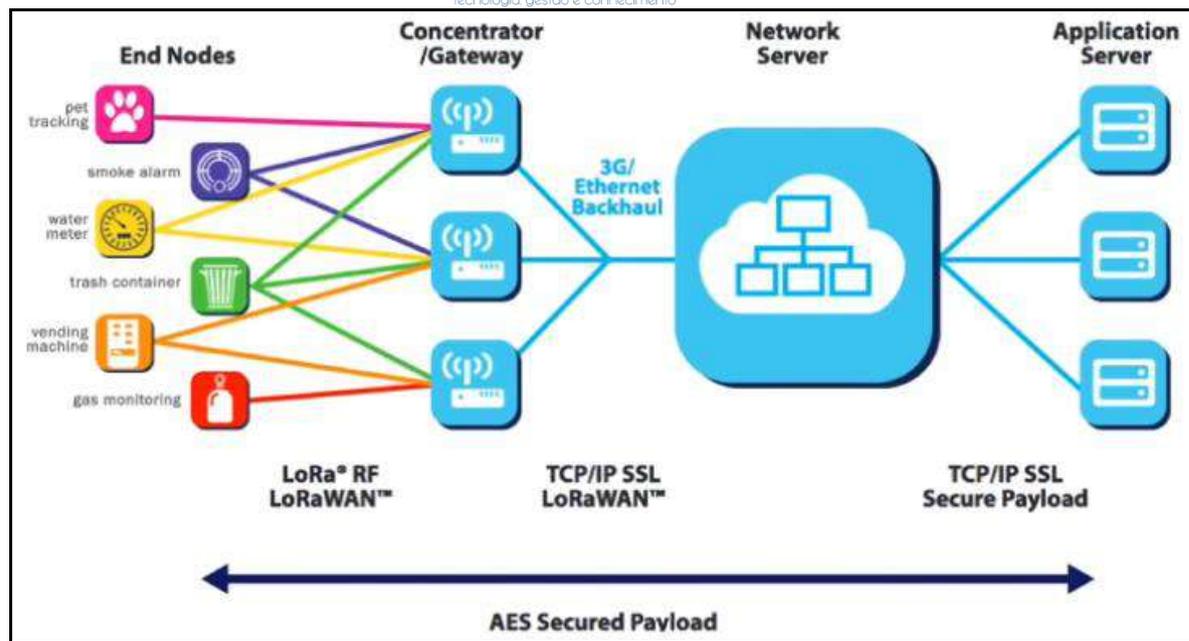
A última década viu o surgimento do paradigma da Internet das Coisas (IoT), que visa conectar qualquer objeto à Internet. Nesse contexto, surgiu um novo tipo de rede de comunicação sem fio, conhecido como Low-Power Wide-Area Network (LPWAN). Ao contrário das conhecidas redes sem fio de curto alcance e multi-hop, as redes LPWAN permitem comunicações de longo alcance, a uma taxa de bits baixa. Além disso, as redes LPWAN são consideradas integradas ao 5G (P. NEUMANN ET AL., 2016).

A faixa de frequência utilizada depende da região (NETWORK, T. T., 2021a). No Brasil, ela é determinada pela Anatel, e opera em um intervalo de 915 a 928 MHz.

Conforme Figura 1, a arquitetura de rede LoraWan[®] é implantada em uma topologia estrela-das-estrelas¹⁷ na qual os gateways retransmitem mensagens entre os dispositivos e um servidor de rede central. Os gateways são conectados ao servidor de rede por meio de conexões IP padrão e atuam como uma ponte transparente, simplesmente convertendo pacotes RF em pacotes IP e vice-versa. A comunicação sem fio aproveita as características *Long Range* da camada física LoraWan, permitindo um link de salto único entre o dispositivo final e um ou vários gateways. Do dispositivo ao gateway temos a rede LoraWan, que envolve os parâmetros, detalhados no subitem 2.1.1. Já do gateway até a aplicação, trata-se da nuvem LoraWan TTN, que está detalhada no subitem 2.1.2.

Figura 4 - Topologia rede LoraWan

¹⁷ Os periféricos não estão associados a um gateway específico, qualquer gateway registrado na mesma rede pode receber a mensagens de qualquer nó da rede, adicionando ao sistema maior garantia no recebimento de mensagens em áreas que coincidem a cobertura de mais de um gateway.



Fonte: ERIC B., 2018

2.1.1 Parâmetros e Indicadores do LoraWan

Conforme FERRIGO, S. E SILVA, J. (2021), o LoraWan é uma pilha de protocolos, formada pela camada física Lora, uma subcamada de acesso ao meio (MAC) e camada de aplicação. Além dos dispositivos LoRa, a arquitetura LoraWAN é composta por gateways, servidores de rede e servidores de aplicação, formando uma topologia chamada de estrela-das-estrelas. A comunicação LoraWan possui indicadores e parâmetros. Os indicadores são propriedades que demonstram os níveis de intensidade e qualidade do sinal. Já os parâmetros são necessários para definir o tipo da comunicação, como definição de canais, frequência e correção de erros. Os indicadores e parâmetros são listados abaixo.

- a) Indicador *Received Signal Strength Indication* (RSSI): refere-se à intensidade de sinal recebido. É recebido em miliwatts e utilizado como unidade de medida dBm. O valor é sempre negativo e quanto mais próximo de zero, melhor a intensidade do sinal. Os valores típicos para o RSSI variam de -30 dBm para um sinal forte e -120 dBm para um sinal fraco.
- b) Indicador *Signal-to-Noise Ratio* (SNR): é a relação entre o sinal de potência recebido e o nível de potência do piso de ruído. Este sinal pode sofrer interferências indesejadas que podem corromper o sinal transmitido, e com isso, é necessária a retransmissão. Os valores variam de -20 dBm a +10 dBm. Um valor próximo de +10 dBm significa que o sinal recebido está menos corrompido.
- c) Frequência: neste parâmetro observa-se qual a frequência que o dispositivo utiliza

para enviar dados pela TTN¹⁸. A frequência é o canal que é configurado para a transmissão dos dados, e cada região tem uma frequência padrão definida.

- d) Parâmetro *Spreading Factor* (SF): Refere-se ao fator de espalhamento. Por definição da Anatel (NETWORK, T. T., 2021b), o fator de espalhamento pode variar de 7 a 10. Quanto maior o fator, maior o consumo energético e maior o tempo de permanência no ar, porém, também é maior a probabilidade de o pacote chegar ao seu destino. Por consequência, quanto maior o SF, menor a taxa de transmissão.
- e) Parâmetro *Code Rate* (CR): este parâmetro permite a correção de erros na transmissão dos dados, podendo ter uma variação de 0 a 4.

2.1.2 Configuração na TTN LoraWan

A TTN é uma comunidade global aberta da LoraWAN que possui uma "nuvem" LoraWAN gratuita e gateways ativos, na cidade de Caxias do Sul. Este Gateway é fornecido pelo grupo Trino Polo¹⁹, de Caxias do Sul, Polo de TI da Serra Gaúcha. Os Gateways são antenas de uso público e, para utilizá-los, basta configurar um dispositivo na TTN e ele se comunicará pelo gateway mais próximo, dentro da área de abrangência desta rede.

A TTN é um órgão que integra dispositivos de gateways na internet e aplicações de dispositivos com chaves únicas de identificação para que possam fazer parte da rede LoraWAN.

Para a comunicação via rede LoraWAN, se faz necessário, além dos parâmetros do item 2.1.1, as configurações de chaves para identificação e liberação na TTN (thethingsnetwork, org). A TTN é uma nuvem LoraWAN e suas configurações se baseiam em três propriedades:

Device Address – contém o endereço do dispositivo na LoraWAN.

NwKsKey – chave de sessão de rede, do qual é utilizado para criptografar e descriptografar o pacote de mensagens puramente MAC, além de gerar e verificar o código de mensagem íntegra (MIC). Essa chave é composta por 128 bits.

AppSKey – Aplicação de sessão de chave, tem por objetivo criptografar e descriptografar a carga útil, isso significa que ninguém pode ler o conteúdo da mensagem que envia e recebe.

Estas duas chaves, *NwKsKey* e *AppSKey*, são exclusivas por dispositivo. Para a efetiva comunicação do gateway com a ferramenta de monitoramento, é necessário registrar o dispositivo na

¹⁸ <https://www.thethingsnetwork.org/> - ecossistema global de IoT colaborativo, criação de redes, dispositivos e soluções, usando LoraWAN.

¹⁹ <https://www.trinopolo.com.br/>

TTN (nuvem), para que esta passe a reconhecê-lo e, conseqüentemente, os dados recebidos pelo gateway são reencaminhados para a ferramenta de monitoramento.

2.2 DEFINIÇÃO DA TECNOLOGIA POSSÍVEL PARA O PROJETO

Conforme Tabela 1, observa-se um comparativo sobre os meios de comunicação LoraWan, LoraWan com as tecnologias sem fio Wi-Fi, SigFox, e NB_IOT, baseado em características técnicas de cada tecnologia, embasadas no referencial teórico.

Na característica taxa máxima de transferência, observa-se que a tecnologia Wi-Fi tem maior capacidade de transferência de dados, seguida da tecnologia LoraWan. Em se tratando de abrangência de sinal, as tecnologias Sigfox e NB-IoT tem maior alcance, seguido da LoraWan. Para o quesito de uso aplicável em comunicações de dispositivos IoT, a única tecnologia que não se aplica ao projeto é a Wi-Fi empresarial, uma vez que tem menor alcance, e é necessário adicionar muitos equipamentos para se obter uma cobertura de sinal que caracteriza as indústrias. Para a característica de eficiência energética, a tecnologia que tem menos consumo de energia elétrica é a LoraWan (TEIXEIRA, Grazielle Bonaldi; ALMEIDA, João Víctor Peroni de, 2017), ou seja, melhor custo benefício neste quesito. Já para o requisito de estrutura pública para uso, a única que está disponível é a LoraWan, e não há necessidade de um replicador ou antenas para captação de sinal.

Com base na avaliação destas características técnicas, a tecnologia que melhor se aplica ao projeto é a LoraWan, visto que, embora não tenha a melhor taxa de transferência de dados e abrangência de sinal, de todos os itens avaliados, ainda assim, a taxa de transferência e abrangência da LoraWan atende a necessidade da proposta. Além disso, é a que melhor se destaca nos quesitos uso em IoT, economia de energia, e disponibilidade de uso público dos gateways ativos²⁰, que já existem na área geográfica do projeto.

Tabela 1 - Comparativo entre Tecnologias

Tabela Comparativa				
	Wi-Fi	LoraWan	Sigfox	NB_IOT
Taxa Max. De Transferência	Até 1000 Mbps	Até 50 Kbps	Até 600 bps	Até 234,57 bps
Abrangência	Até 100 mts	Até 5 Km	Até 10 Km	Até 10 Km
Eficiência Energética	Baixa	Alta	Média	Média
Estrutura Pública para Uso	Não	Sim	Não	Não

Fonte: IEEE; Sigfox; L. C. Alexandre; adaptado pelo autor

²⁰ Site do LoraWan com Mapa dos Gateways - <https://www.thethingsnetwork.org/>.

2.3 MEDIDOR DE VAZÃO

Um medidor de vazão é um instrumento utilizado para medir a taxa de vazão de um líquido ou um gás. Um sistema de medição é constituído de um elemento sensor e condicionador de sinal. O elemento sensor, que está em contato direto com o material fluído, resulta em alguma interação entre a vazão medida e a saída do sensor. O elemento condicionador de sinal tem a função de medir a grandeza física gerada pela interação do sensor com a vazão do fluído, e transformá-la em forma mais conveniente para o *display* de volume, peso ou vazão instantânea. O condicionador de sinal é finalmente ligado a um instrumento receptor de *display*, como indicador, registrador ou totalizador, em alguns modelos com saída para comunicação de dados. Na medição de vazão, o condicionador é também chamado de elemento secundário (Ribeiro, Marco, 2003).

3 TRABALHOS RELACIONADOS

Utilizando o sistema de busca acadêmico na internet, com o propósito de adquirir trabalhos e artigos que colaborem com o projeto, e que proponham um maior estudo sobre o projeto tratado, fez-se um estudo e foram selecionados trabalhos dos quais abordam conceitos e implantação do LoraWan, como proposta de projeto de baixo custo e projeto de implantação do medidor de vazão de gás. Para analisar a possibilidade de baixo custo, os trabalhos também apresentam outros meios de comunicação, e assim, podendo fazer um comparativo entre eles.

No trabalho FROSI (2020) foi implementado um sistema eletrônico do qual possibilite realizar monitoramento e análise dos parâmetros de soldagem, podendo assim controlar gases envolvidos no processo. Para este projeto foi necessário mapear toda a logística necessária entre a entrada do eco gás, leitura do sensor, até a chegada no ponto da solda.

O trabalho SCHWAB (2020) aborda a Internet das Coisas (IoT) como conceito, comparativo entre rede Wi-Fi, LoraWan, Bluetooth, ZigBee, SigFox. Também especifica local para desenvolvimento dentro de um laboratório da Universidade, podendo efetuar testes de envio e recebimento de dados.

O trabalho SOUZA (2019) tem como objetivo proporcionar uma plataforma aberta e de baixo custo, relacionado a dispositivos, para coleta de informações automatizadas, assim chamada de cidades inteligentes.

O objetivo do trabalho FERRIGO, S. E SILVA, J. (2021) é avaliar, na cidade de Caxias do Sul, a confiabilidade de sinal nos gateways que se situam em determinadas áreas da cidade. Para este objetivo, foram analisados os parâmetros localização, variação do SF, e o tamanho do pacote de dados.

3.1 COMPARATIVO

Todos os trabalhos citados anteriormente proporcionaram uma base para dar prosseguimento a este projeto. Mais especificamente, o trabalho FROSI (2020), que se refere a implementação de sistema de análise de eco gás, sendo a base para a proposta a seguir, onde será abordado o método de comunicação. Método este que no trabalho apontou pontos de ausência de sinal do Wi-Fi e com o LoraWan tem-se o objetivo de resolver, pois possui uma cobertura de sinal mais abrangente.

Com o trabalho SCHWAB (2020) foi analisado outras tecnologias de comunicação como SigFox, NB-IoT e Wi-Fi e o trabalho FERRIGO, S. E SILVA, J. (2021) reforçou que na Cidade de Caxias do Sul a escolha pelo LoraWan é a mais assertiva, pois já tem pontos na cidade com Gateways, ou seja, locais de abrangência de sinal do Lora, onde é possível envio e recebimento de dados.

Com o trabalho SOUZA (2019) observa-se que o uso do LoraWan proporciona sua implementação com baixo custo. Também apresenta no trabalho 4.3 considerações sobre tempo real de resposta. Com isso, no projeto aqui apresentado, estas considerações serão colocadas à análise, será verificado se é viável o tempo que levará entre o medidor de vazão até os gráficos de tomada de decisão que serão apresentados ao usuário, na ferramenta de monitoramento.

O trabalho relacionado FERRIGO, S. E SILVA, J. (2021) tem contribuição devido ao fato de identificar o local dos gateways e uma melhor maneira de implementar no código fonte os ajustes para se obter melhor qualidade de sinal, certificando que a rede pública LoraWan funciona. Também serve de parâmetro as suas análises de SF, RSSI, mantendo assim, uma base inicial para o ambiente dos cenários do qual este trabalho irá ser realizado.

4 PROJETO E DESCRIÇÃO DO PROTÓTIPO

Nesta seção serão apresentados os detalhamentos da proposta deste trabalho, desenvolvimento do protótipo e detalhes da implementação.

4.1 PROPOSTA

Para desenvolvimento da solução do estudo em questão, a proposta definida consiste em usar equipamentos de baixo custo no ambiente de empresas que possuem processo de solda e armazenamento em grande escala de gás, com intuito de garantir uma melhor operacionalização e gerenciamento da vazão de gás, utilizando o método de comunicação LoraWan. Além disso, a comunicação LoraWan permite o monitoramento e acompanhamento da vazão em tempo real, ou com alguns segundos de atraso. Isso permite melhor gerenciamento e tomada de decisão. A escolha por

esta tecnologia deve-se pela análise das características técnicas observadas na Tabela 1, capacitando assim a sua implementação.

A Figura 2 apresenta o conceito da implementação a ser utilizada no projeto. O medidor de vazão de gás (1), através da sua saída serial, emite dados, através da porta de comunicação do medidor de vazão ao módulo LoraWan (2). Este, por sua vez, envia os dados diretamente ao Gateway LoraWan (3), que enviará dados ao servidor em nuvem. Os dados são armazenados no servidor de Banco de Dados (4), e estes podem ser acessados por qualquer terminal (5), via navegador de Internet.

Para fins de avaliação desse modelo proposto, o sensor (1) será um dispositivo da marca SMC modelo PFM511 C2. O módulo LoraWan (2) será um ESP32 Heltec. Já o Gateway LoraWan será utilizado o que existe próximo a empresa. A localização do gateway pode ser verificada na Figura 4, e maiores detalhes da localização, no subitem 4.4. O gateway enviará os dados em formato numérico, decimal, que indicará o quanto de volume está passando de gás no momento da leitura ao servidor na nuvem. A nuvem utilizada será a TTN, e maiores detalhes são apresentados no subitem 4.5. Estes dados são armazenados e apresentados em formato de *Dashboard*, demonstrando, graficamente, o volume da vazão do gás, na ferramenta Tago. Maiores detalhes da ferramenta, gráficos e dados apresentados podem ser consultados na seção 4.6 deste capítulo.

Figura 5 - Projeto Monitoramento de Vazão de Gás



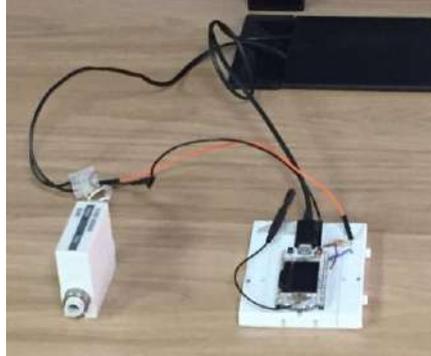
Fonte: O Autor

4.2 MEDIDOR DE VAZÃO UTILIZADO NA PROPOSTA

O medidor de vazão deverá conter uma saída que possa comunicar com o LoraWan. Para atender ao requisito do protótipo deste trabalho, a saída deve ser do tipo serial, enviando os dados do medidor o qual corresponde ao valor registrado em tempo real. Neste caso, será utilizado da marca SMC modelo PFM 511 C2, do qual será conectado a entrada analógica porta 0 do Esp32 Heltec. Para

converter saída analógica em digital, será adicionado a sua entrada um resistor de 10 khoms, conforme Figura 3.

Figura 6 - Conexão do Sensor ao Arduino



Fonte: Autor

4.3 DISPOSITIVO LoraWan

O Dispositivo LoraWan está conectado ao medidor de vazão, conforme Figura 3, e será programado para receber a leitura do medidor de forma contínua. Na medida que é feita a leitura do dado no medidor, ele enviará ao Gateway. Nesta fase, é utilizado o dispositivo Lora Esp32 de marca Heltec, que armazena o código fonte responsável pela comunicação do dispositivo ao gateway.

4.4 GATEWAY LoraWan

Um gateway, na rede LoraWan, é uma antena que recebe e retransmite os dados dos dispositivos que a ele estão conectados.

O Gateway utilizado neste protótipo, recebe os dados e os retransmite ao servidor, que no caso, será utilizado servidor da ferramenta Tago. Para a comunicação entre Gateway e servidor de banco de dados será utilizado o protocolo MQTT²¹ (MQ Telemetry Transport). O Gateway se encontra a aproximadamente 605 metros do pavilhão central da empresa que será realizado o protótipo. A Figura 4 demonstra a localização geográfica do Gateway e da empresa, bem como a distância entre os dois pontos.

²¹ MQTT é um protocolo de mensagens extremamente simples e leve de publicação/assinatura, projetado para dispositivos restritos e redes de baixa largura de banda, alta latência, ou não confiáveis.

Figura 7 - Distância entre o Gateway e a Empresa



Fonte: Google Maps, adaptado pelo autor

4.5 TTN – THE THINGS NETWORK

Para desenvolvimento do protótipo, foram definidos os parâmetros, conforme especificado na seção 2.1.2. A partir do cadastro do dispositivo na rede TTN, foram criadas as chaves e estas, utilizadas no código fonte do protótipo.

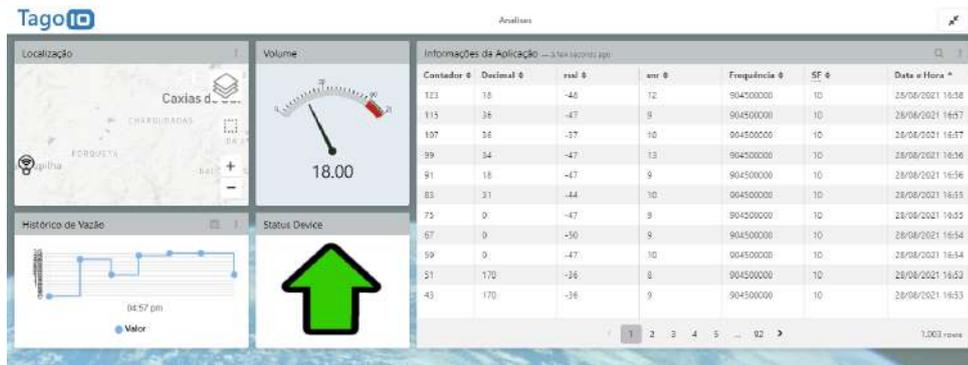
4.6 APLICAÇÃO TAGO

A ferramenta TagoIO²² oferece recursos para gerenciar dispositivos, armazenar dados, executar análises e integrar serviços.

Conforme Figura 5, o painel foi desenvolvido para monitoramento dos dados, com base nas necessidades deste trabalho, de monitoramento da vazão do gás, avaliação da comunicação e dados referente à transmissão. Este painel também será utilizado para auxílio nas avaliações do projeto.

²² <https://tago.io/>

Figura 8 - Painel de Monitoramento Tago



Fonte: tago.io, adaptado pelo autor

4.7 RESUMO DO FUNCIONAMENTO DO PROTÓTIPO

Conforme verifica-se nas seções 4.1 a 4.6, para este projeto foi utilizado um Arduino Lora Esp32 da Heltec, como dispositivo para ligar o sensor de gás modelo SMC PFM511 C2, utilizando o software Arduino 1.8.5, para efetuar programação em C++. Foi necessário criar uma conta na TTN e adicionar um *device*, que teve uma identificação única e com endereços únicos de acesso a TTN. Com o cadastro na TTN, efetuado o cadastro no site da ferramenta Tago, no qual foi criado o painel de dados para análise, conforme seção 4.6 deste capítulo. Após, efetuado testes de comunicação em diferentes pontos da empresa.

Na mesma aplicação do Tago, foi adicionado recurso para que se possa verificar a perda de sinal, ou comunicação com a aplicação, adicionado também recurso de alerta quando a vazão atingir um limite mínimo e máximo na leitura, proporcionando assim, a quem estiver acompanhando, dados para uma tomada de decisão assertiva.

5 METODOLOGIA DE AVALIAÇÃO

Para fins de avaliação da proposta, instalou-se o protótipo descrito item 4.3 numa empresa, que fica situada em Caxias do Sul, no bairro Interlagos, e sua principal atividade é a produção de implementos rodoviários, como carretas, furgões e tanques para diversas finalidades. Possui um pavilhão de aproximadamente trezentos e noventa metros de largura por trezentos e trinta metros de comprimento.

Após avaliação inicial do sinal, na área externa da empresa, para validação da proposta do projeto, de forma integral, foram definidos pontos estratégicos dentro do pavilhão



da empresa, levando em consideração a sua linha de montagem e cenários com diferentes características locais, como por exemplo, presença de ruído ou interferências causadas por equipamentos utilizados no ambiente fabril de uma metalúrgica. A partir desta metodologia aplicada, pretende-se verificar, se dentro do ambiente fechado da empresa, um pavilhão, tem-se a mesma qualidade de sinal, comparado ao teste que foi realizado em ambiente aberto, ao redor da empresa.

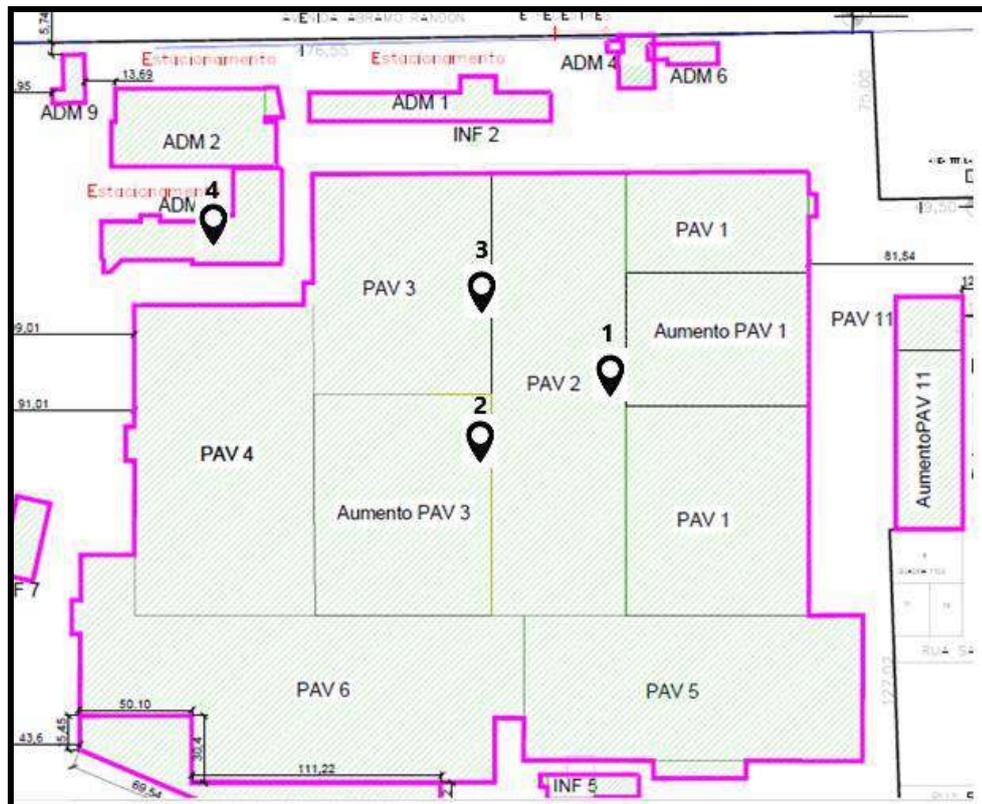
Após os cenários definidos, definiu-se um período de maior interferência, dentro do processo de produção da metalúrgica, para cada cenário, instalou-se o dispositivo, e foi avaliado se o dispositivo envia dados ao Gateway, e este, o recebe. A partir deste momento, se a comunicação foi efetiva, em cada cenário, avaliou-se as transmissões e a qualidade dos dados coletados, no painel de monitoramento da ferramenta Tago.

Retransmissão de pacote: para melhor avaliar as perdas de pacotes, o parâmetro de retransmissão de pacotes ficou desabilitado no código fonte, nesta metodologia. O motivo de não ter retransmissão é a possibilidade de avaliar os dados transmitidos, e verificar quantos deles são perdidos.

5.1 CENÁRIOS DE AVALIAÇÃO

Conforme verificado na Figura 6, observa-se os pontos 1, 2 e 3, que são os locais dos cenários para avaliação, seguindo a linha de produção fabril e um ponto 4, local utilizado como comparativo, situado dentro de escritório, sendo este o ponto mais distante do gateway, que passa pela linha de montagem. Na linha de produção, as peças têm grande quantidade de aço, por se tratar de carretas e vagões de vários tipos, além de equipamentos utilizados na solda, que geram grande demanda de consumo energético. Em decorrência deste ambiente, existem interferências eletromagnéticas, que caracterizam um ambiente hostil para equipamentos eletrônicos de pequeno porte, como o dispositivo utilizado neste projeto.

Figura 9 - Pavilhão de Montagem



Fonte: A Empresa

Todos os cenários para avaliação enviaram dados através do Gateway mais próximo da empresa.

5.2 RESTRIÇÕES DE METODOLOGIA

Nesta metodologia, tivemos alguns pontos que delimitaram o escopo da avaliação.

A primeira restrição foi a definição dos cenários de avaliação. Foram avaliados apenas quatro cenários, pois a empresa, devido aos seus critérios de Segurança do Trabalho, exige que o acesso aos locais dentro da linha de montagem seja supervisionado, fazendo uso de EPIs, bem como limita o tempo da presença de pessoas que não seja com o objetivo final do negócio. Além disso, o pavilhão não tem muitos pontos de energia elétrica disponíveis, para que o dispositivo pudesse ser alimentado. Desta forma, os cenários foram avaliados e definidos da forma mais objetiva e adequada para esta metodologia.

Outra restrição no desenvolvimento do projeto, foi a implementação utilizando equipamentos de baixo custo, além da estrutura pública de gateway.



E por fim, nesta metodologia, verifica-se a limitação da ferramenta Tago, responsável pela apresentação dos dados, neste projeto, de uma forma mais visual. A ferramenta oferece licenciamento de forma gratuita para análise, porém, esta forma de contratação limita a quantidade de transações utilizadas por hora. Ou seja, excedendo o número de transações naquela hora, o recebimento de dados é bloqueado até a hora seguinte. Isso significa que, em testes mais extensos que uma hora, nem todos os dados transmitidos foram apresentados na ferramenta Tago.

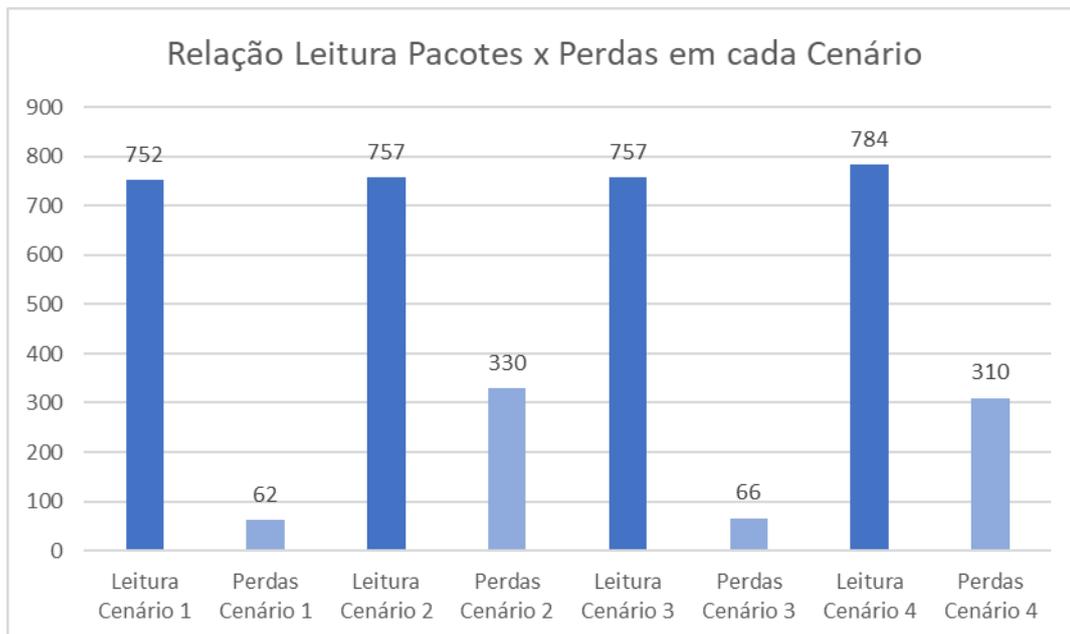
6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A partir da metodologia de avaliação, descrita no Capítulo 5, foram realizados testes nos cenários indicados, os dados foram coletados e analisados, obtendo-se os resultados. No subitem 6.1, verifica-se um comparativo entre todos os cenários avaliados.

6.1 REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DOS CENÁRIOS DE AVALIAÇÃO

Na Figura 7, pode-se observar os totais de pacotes transmitidos em cada cenário, e suas respectivas perdas. Verifica-se que os quatro cenários tiveram a quantidade de comunicações na mesma proporção, porém, as perdas foram maiores nos cenários 2 e 4, devido ao ambiente que o dispositivo foi exposto. O cenário 2 foi o ambiente mais hostil e com maior quantidade de equipamentos e ruídos da linha de produção. Já o cenário 4 é o ambiente de maior distância do gateway, e o sinal passa pela linha de produção. As quantidades de perdas dos cenários 1 e 3 também foram semelhantes. Estas, mais baixas, devido aos cenários serem menos expostos na linha de produção, ruído e equipamentos.

Figura 10 - Totais de pacotes e perdas de cada cenário



Fonte: O Autor

6.2 COMPARAÇÃO DOS CENÁRIOS DE AVALIAÇÃO

Conforme a Figura 7, os cenários 1 e 3 foram os que apresentaram melhores resultados, pois apresentaram 5 vezes menos perdas de pacotes que os demais cenários. Já os cenários 2 e 4, tiveram as maiores perdas de dados. Isso se deve ao fato de que o cenário 2 foi o ambiente de teste mais hostil, na linha de montagem, dentro do pavilhão, com maior quantidade de aço próximo ao cenário, e maior quantidade de ruído. Já o cenário 4, apesar de estar situado em ambiente administrativo, desta forma, menos hostil, porém, é o ponto mais distante do gateway, e, entre essa comunicação, o sinal passa pelo pavilhão, apresentando interferências da linha de montagem da empresa.

Portanto, a partir da análise dos 4 cenários, verifica-se que a comunicação Lora sofre interferências significativas na transmissão dos dados coletados pelo dispositivo, quando o sinal está exposto a ruídos e demais características do ambiente fabril ou longas distâncias do Gateway. Outro fator observado foi o *delay* do qual os dados que passam pela TTN e são repassados à ferramenta Tago, sofrem um atraso aproximado de oito segundos.

Mesmo assim, observa-se que as perdas de pacotes foram em minutos diferentes, de forma que a amostra sempre se manteve com dados recebidos, ao longo dos períodos de leitura. Como o controle da vazão do eco gás não necessita dos dados em tempo real, e, em



todos os cenários foi possível o monitoramento dos dados, mesmo que de forma mais espaçada, entende-se que a comunicação Lora é viável e pode ser utilizada no projeto. Além da comunicação dos dados funcionar de acordo com a necessidade, para a finalidade do projeto, outro ponto importante a ser destacado é a facilidade de acesso e uso à rede Lora, que não necessita passar por regras e bloqueios corporativos, existentes na rede Wi-Fi da empresa.

7 CONCLUSÃO

Com base no estudo realizado, conclui-se que, utilizando a tecnologia LoraWan é possível enviar os dados da linha de produção da empresa até chegar ao seu Gateway, e com isso, à internet, onde pessoas possam acessar os dados obtidos, analisar e auxiliar numa tomada de decisão. O objetivo do trabalho era identificar uma possibilidade de utilizar a estrutura física já existente na empresa e utilizar componentes de baixo custo, a obter dados de um medidor de gás, e disponibilizá-los em um painel de monitoramento.

Considerando todos os parâmetros de transmissão de dados analisados, interferências externas que geram ruídos, e a qualidade do sinal, conclui-se que, mesmo em cenários em que se obteve resultados com alto índice de perda de dados, a transmissão se mostrou satisfatória, uma vez que as perdas se deram em minutos diferentes, e não subsequentes, o que poderia acarretar falha na análise do sensor. Logo, em todos os cenários, foi possível um resultado e análise de dados adequados ao propósito deste estudo.

Um fator negativo, porém, que não interferiu neste tipo de análise, foi o *delay* do qual os dados que passam pela TTN e são repassados à ferramenta Tago, em média, atrasam, aproximadamente, oito segundos. Em análises para outros fins, esta característica pode interferir, e até inviabilizar o desenvolvimento do projeto. Para o caso de estudo deste projeto, os parâmetros mostraram que é possível utilizar o LoraWan, em substituição ao Wi-Fi, dentro da empresa, para o monitoramento de vazão do eco gás.

Cabe ressaltar que, para desenvolvimento deste protótipo, utilizou-se equipamentos de baixo custo, além da estrutura pública da TTN. Porém, na efetiva implantação deste conceito, utilizando LoraWan em indústrias, existem algumas melhorias com custo mais elevado que permitem melhores resultados, como por exemplo, a aquisição de dispositivos com melhor performance e alcance, comparado ao utilizado neste projeto, Esp32. E por fim, em caso de implementação deste conceito, o local físico dos dispositivos, de forma permanente, seriam mais bem posicionados. Ou seja, ao invés da utilização dentro das caixas

de metal, conforme foram provisionados neste trabalho, o ideal seria a empresa realizar a instalação em local mais adequado e próximo ao sistema eco gás.

REFERÊNCIAS

ERIC B. LORA NETWORKS. 2018. DISPONÍVEL EM:

<[HTTPS://LORA.READTHEDOCS.IO/EN/LATEST/#ID3/](https://lora.readthedocs.io/en/latest/#id3/)>. ACESSO EM: 30.AGO.2021.

FERRIGO, S. E SILVA, J. 2021. ANÁLISE DO COMPORTAMENTO DA REDE LORAWAN PÚBLICA DA CIDADE DE CAXIAS DO SUL/RS. REVISTA BRASILEIRA DE COMPUTAÇÃO APLICADA. 13, 2 (JUN. 2021), 38-47. DOI:[HTTPS://DOI.ORG/10.5335/RBCA.V13I2.12348](https://doi.org/10.5335/RBCA.V13I2.12348).

IEEE STANDARDS ASSOCIATION. IEEE STD 802.11AC-2013. [S.L.]: IEEE COMPUTER SOCIETY, 2013. 1-425 P. ISBN 9780738188607.

NETWORK, T. T. (2021A). FREQUENCY PLANS BY COUNTRY. DISPONÍVEL EM [HTTPS://WWW.THETHINGSNETWORK.ORG/DOCS/LORAWAN/FREQUENCIES-BY-COUNTRY.HTML](https://www.thethingsnetwork.org/docs/lorawan/frequencies-by-country.html). ACESSO EM 30.AGO.2021.

NETWORK, T. T. (2021B). FREQUENCY PLANS. DISPONÍVEL EM [HTTPS://WWW.THETHINGSNETWORK.ORG/DOCS/LORAWAN/FREQUENCY-PLANS.HTML](https://www.thethingsnetwork.org/docs/lorawan/frequency-plans.html). ACESSO EM 30.AGO.2021.

OLIVEIRA, S. 2017. INTERNET DAS COISAS COM ESP8266, ARDUINO E RASPBERRY PI. NOVATEC EDITORA.

P. NEUMANN, J. MONTAVONT E T. NOËL, "INDOOR DEPLOYMENT OF LOW-POWER WIDE AREA NETWORKS (LPWAN): A LORAWAN CASE STUDY", 2016 IEEE 12TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON WIRELESS AND MOBILE COMPUTING, NETWORKING AND COMMUNICATIONS (WIMOB) , 2016, PP. 1-8, DOI: 10.1109/WIMOB.2016.7763213.

SIGFOX. 2020. WEBSITE DA EMPRESA SIGFOX [HTTPS://WWW.SIGFOX.COM](https://www.sigfox.com). ACESSO EM: 14 DE NOVEMBRO DE 2020.

TEIXEIRA, GRAZIELLE BONALDI; ALMEIDA, JOÃO VÍCTOR PERONI DE. REDE LORA® E PROTOCOLO LORAWAN®/ APLICADOS NA AGRICULTURA DE PRECISÃO NO BRASIL. 2017. 76 F. TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO (ENGENHARIA ELETRÔNICA) - UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ, PONTA GROSSA, 2017.