



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Campus de São José dos Campos
Instituto de Ciência e Tecnologia

LUÍS FELIPE MARONGIO BARROS ARENAS

**ESTUDO DA QUALIDADE DE AMBIENTES LABORAIS COM CARÁTER DE ESFORÇO
INTELECTUAL, ATRAVÉS DE VARIÁVEIS FÍSICAS E COMPORTAMENTAIS.**

São José dos Campos

2026

LUÍS FELIPE MARONGIO BARROS ARENAS

**ESTUDO DA QUALIDADE DE AMBIENTES LABORAIS COM CARÁTER DE ESFORÇO
INTELECTUAL, ATRAVÉS DE VARIÁVEIS FÍSICAS E COMPORTAMENTAIS.**

Projeto Final de Curso apresentado como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Ambiental pela Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" - Unesp.

Orientador: Prof. Dr. Irineu de Brito Junior

São José dos Campos

2026

Instituto de Ciência e Tecnologia [internet]. Normalização de tese e dissertação [acesso em 2026]. Disponível em <http://www.ict.unesp.br/biblioteca/normalizacao>

Apresentação gráfica e normalização de acordo com as normas estabelecidas pelo Serviço de Normalização de Documentos da Seção Técnica de Referência e Atendimento ao Usuário e Documentação (STRAUD).

Arenas, Luís Felipe Marongio Barros

Estudo da qualidade de ambientes laborais com caráter de esforço intelectual, através de variáveis físicas e comportamentais / Luís Felipe Marongio Barros Arenas. - São José dos Campos : [s.n.], 2026.
62 f. : il.

Projeto Final de Curso (bacharelado - engenharia ambiental) -
Universidade Estadual Paulista (UNESP), Instituto de Ciência e Tecnologia,
São José dos Campos, 2026.

Orientador: Irineu de Brito Junior.

1. Ergonomia. 2. Saúde ocupacional. 3. Síndrome de Burnout. 4. Indicadores compostos. 5. Gestão de riscos ocupacionais. I. Brito Junior, Irineu de , orient. II. Universidade Estadual Paulista (UNESP), Instituto de Ciência e Tecnologia, São José dos Campos. III. Universidade Estadual Paulista 'Júlio de Mesquita Filho' - UNESP. IV. Universidade Estadual Paulista (UNESP). V. Título.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Irineu de Brito Junior (orientador)

Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho

Instituto de Ciência e Tecnologia

Departamento de Engenharia Ambiental

Prof.^a Dr.^a. Luana Albertani Pampuch Bortolozo

Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho

Instituto de Ciência e Tecnologia

Departamento de Engenharia Ambiental

Prof.^a Ma. Vera Lucia Monteiro

Faculdade de Tecnologia de São José dos Campos

Departamento de Logística

São José dos Campos, 20 de maio de 2026.

Dedico este trabalho, primeiramente, ao Senhor, por ter me sustentado nos momentos difíceis e me concedido forças para seguir até a conclusão desta jornada.

À minha família e aos amigos que permaneceram ao meu lado, oferecendo apoio e incentivo mesmo nos períodos de maior dificuldade, minha profunda gratidão.

Ao meu orientador, pela paciência, confiança e apoio ao longo deste trabalho, especialmente nos momentos em que a conclusão parecia distante.

Por fim, dedico este trabalho, de forma silenciosa e respeitosa, à memória de uma breve existência que, mesmo sem palavras, deixou marcas profundas e eternas.

RESUMO

ARENAS, Luís Felipe Marongio Barros. **Estudo da qualidade de ambientes laborais com caráter de esforço intelectual, através de variáveis físicas e comportamentais**. 2026. Projeto Final de Curso (Bacharel em Engenharia Ambiental) – Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Ciência e Tecnologia, São José dos Campos, 2026.

O presente trabalho propõe um modelo integrado para avaliação de ambientes laborais de esforço intelectual, considerando variáveis físicas e psicossociais relacionadas à saúde ocupacional. A pesquisa se fundamenta em referenciais de ergonomia, saúde do trabalhador e construção de indicadores compostos, adotando como base metodológica o *Handbook on Constructing Composite Indicators: Methodology and User Guide* da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE). O modelo foi estruturado a partir da análise de parâmetros ambientais relacionados à temperatura, ruído, iluminação e adequação ergonômica do mobiliário, associados à avaliação psicossocial da Síndrome de *Burnout* por meio do instrumento *Oldenburg Burnout Inventory* (OLBI). Para viabilizar a integração de variáveis heterogêneas, adotou-se um processo de normalização baseado em funções definidas por trechos (*piecewise*), permitindo representar diferentes níveis de adequação ambiental em uma escala padronizada de 0 a 10. Os índices individuais foram posteriormente agregados em índices ambiental, psicossocial e geral, utilizando médias ponderadas e análise de sensibilidade dos coeficientes empregados. O estudo também propõe uma estrutura de coleta e tratamento de dados compatível com diretrizes normativas, éticas e legais aplicáveis à pesquisa envolvendo trabalhadores e dados psicossociais. Como resultado, apresenta-se uma ferramenta metodológica voltada à análise integrada das condições de trabalho em ambientes de predominância cognitiva, contribuindo para futuras aplicações em ergonomia ocupacional, gestão de riscos e saúde mental no trabalho.

Palavras-chave: Ergonomia. Saúde ocupacional. Síndrome de *Burnout*. Indicadores compostos. Gestão de riscos ocupacionais. OLBI.

ABSTRACT

*ARENAS, Luís Felipe Marongio Barros. **Study on the Quality of Work Environments with an Intellectual Effort Profile, Based on Physical and Behavioral Variables.** 2026. Undergraduate Final Project (Environmental Engineering Degree) – São Paulo State University (Unesp), Institute of Science and Technology, São José dos Campos, 2026.*

This study proposes an integrated model for the evaluation of intellectually demanding work environments, considering both physical and psychosocial variables related to occupational health. The research is based on concepts from ergonomics, occupational health, and composite indicator construction, adopting as methodological foundation the Handbook on Constructing Composite Indicators: Methodology and User Guide developed by the Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). The model was structured through the analysis of environmental parameters related to temperature, noise, lighting, and ergonomic adequacy of furniture, combined with the psychosocial assessment of Burnout Syndrome using the Oldenburg Burnout Inventory (OLBI). In order to integrate heterogeneous variables, a normalization process based on piecewise-defined functions was adopted, allowing different levels of environmental adequacy to be represented on a standardized scale from 0 to 10. The individual indices were subsequently aggregated into environmental, psychosocial, and general indices using weighted averages and sensitivity analysis of the adopted coefficients. The study also proposes a data collection and processing structure compatible with normative, ethical, and legal guidelines applicable to research involving workers and psychosocial data. As a result, the study presents a methodological tool aimed at the integrated assessment of working conditions in cognitively demanding environments, contributing to future applications in occupational ergonomics, risk management, and mental health at work.

Keywords: *Ergonomics. Occupational health. Burnout Syndrome. Composite indicators. Occupational risk management. OLBI.*

RESUMEN

ARENAS, Luís Felipe Marongio Barros. Estudio de la Calidad de Ambientes Laborales con Carácter de Esfuerzo Intelectual, a partir de Variables Físicas y Comportamentales. 2026. Trabajo Final de Grado (Ingeniería Ambiental) – Universidad Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Ciencia y Tecnología, São José dos Campos, 2026.

El presente trabajo propone un modelo integrado para la evaluación de ambientes laborales de esfuerzo intelectual, considerando variables físicas y psicosociales relacionadas con la salud ocupacional. La investigación se fundamenta en referencias de ergonomía, salud del trabajador y construcción de indicadores compuestos, adoptando como base metodológica el Handbook on Constructing Composite Indicators: Methodology and User Guide de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE). El modelo fue estructurado a partir del análisis de parámetros ambientales relacionados con temperatura, ruido, iluminación y adecuación ergonómica del mobiliario, asociados a la evaluación psicosocial del Síndrome de Burnout mediante el instrumento Oldenburg Burnout Inventory (OLBI). Para posibilitar la integración de variables heterogéneas, se adoptó un proceso de normalización basado en funciones definidas por tramos (piecewise), permitiendo representar diferentes niveles de adecuación ambiental en una escala estandarizada de 0 a 10. Los índices individuales fueron posteriormente agregados en índices ambiental, psicosocial y general, utilizando medias ponderadas y análisis de sensibilidad de los coeficientes empleados. El estudio también propone una estructura de recolección y tratamiento de datos compatible con directrices normativas, éticas y legales aplicables a investigaciones con trabajadores y datos psicosociales. Como resultado, se presenta una herramienta metodológica orientada al análisis integrado de las condiciones de trabajo en ambientes de predominio cognitivo, contribuyendo a futuras aplicaciones en ergonomía ocupacional, gestión de riesgos y salud mental en el trabajo.

Palabras clave: *Ergonomía. Salud ocupacional. Síndrome de Burnout. Indicadores compuestos. Gestión de riesgos ocupacionales. OLBI.*

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	1
1.1 Justificativa	3
1.2 Objetivo	4
1.3 Estrutura do Trabalho	4
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	5
2.1 Evolução das abordagens em segurança e satisfação ocupacional	6
2.2 Amparo legal à segurança do trabalho e ergonomia	7
2.3 Parametrização de variáveis psicológicas.....	9
2.4 Indicadores Compostos.....	11
3 METODOLOGIA	12
3.1 Estrutura da Ferramenta de Avaliação	14
3.2 Normalização e Construção do Índice Numérico Padronizado	15
3.2.1 Temperatura, Ruído e Iluminação.....	19
3.2.2 Ergonomia do Mobiliário.....	22
3.2.3 Síndrome de <i>Burnout</i>	23
3.3 Índice Geral (N_G)	26
3.3.1 Índice Ambiental (N_A).....	27
3.3.2 Índice Psicossocial (N_P)	27
3.3.3 Interpretação dos Índices Compostos	28
4 ESTRUTURA OPERACIONAL DO MODELO.....	29
4.1 Definição dos participantes e representatividade da aplicação.....	29
4.2 Coleta e Estruturação de Dados.....	30
4.2.1 Coleta de Variáveis Físicas	30
4.2.2 Dados de Mobiliário.....	30
4.2.3 Dados Psicossociais	31
4.3 Fluxo Operacional do Modelo	31
4.4 Organização de Dados Coletados.....	33

4.5 Considerações Éticas e Critérios para Aplicação em Ambientes Reais	36
5 RELAÇÃO ENTRE VARIÁVEIS AMBIENTAIS E ÍNDICE PSICOSSOCIAL (N_p).....	37
5.1 Formulação da análise	38
5.2 Limitações inerentes à formulação	40
5.3 Definição dos Coeficientes de Sensibilidade.....	40
6 RESULTADOS E ANÁLISES	42
6.1 Considerações sobre a simulação de Índices Numéricos Padronizados.....	42
6.2 Aplicação em cenários simulados	43
6.3 Análise Integrada e Discussão dos Resultados.....	52
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS	53
REFERÊNCIAS	56
ANEXO I – MODELO DE FICHA DE VERIFICAÇÃO DE MOBILIÁRIO	60
ANEXO II – MODELO DE FORMULÁRIO DE APLICAÇÃO PARA O OLDENBURG BURNOUT INVENTORY	61
ANEXO III – GUIA DE PONTUAÇÕES APÓS APLICAÇÃO DE FORMULÁRIO PARA O OLDENBURG BURNOUT INVENTORY	62

1 INTRODUÇÃO

Dentre as competências de um profissional de engenharia, a gestão de riscos é uma das mais abrangentes, envolvendo análise, planejamento, raciocínio técnico e orientação dos membros de uma equipe pela qual o engenheiro é responsável. Em adição ao desenvolvimento de projetos de prevenção de riscos, existe a necessidade de gerir as variáveis relacionadas ao ambiente e à qualidade ocupacional, sendo elas físicas e psicossociais (BRASIL, 2025; IIDA, 2005).

Gerenciar adequadamente os riscos no ambiente de trabalho não é apenas uma exigência legal, mas também uma estratégia essencial para garantir a eficácia e a eficiência das operações de uma empresa. Os engenheiros desempenham um papel crucial nesse processo, utilizando sua expertise técnica para identificar, avaliar e mitigar os riscos potenciais em diferentes contextos industriais e comerciais. Além disso, a gestão de riscos não se limita apenas aos aspectos físicos do ambiente de trabalho, mas também engloba riscos psicossociais, como estresse ocupacional, fadiga mental e insatisfação no trabalho, fatores capazes de afetar diretamente o desempenho e o bem-estar dos trabalhadores (WHO, 2022; ILO, 2022).

Dessa forma, o estudo e análise da segurança e satisfação em atividades ocupacionais se mostram relevantes para quaisquer áreas de atuação em engenharia. A partir de uma abordagem multidisciplinar envolvendo investigações técnicas e comportamentais, torna-se possível ampliar a caracterização de um ambiente laboral, propondo uma ferramenta de análise que considere, de forma integrada, variáveis físicas e de satisfação dos funcionários, com o objetivo de identificar possíveis riscos à integridade física e psicológica.

Com a finalidade de promover a proteção do profissional em seu ambiente de trabalho, os estudos voltados à saúde ocupacional têm impacto direto no bem-estar físico, mental e social dos indivíduos durante o exercício de suas atividades (WHO, 2022). Embora o foco esteja no trabalhador, ambientes laborais adequados também favorecem a produtividade e a qualidade da atividade realizada, refletindo sobre a motivação, satisfação e rendimento da equipe, e, consequentemente, sobre os resultados organizacionais.

Nos últimos anos, os modelos de trabalho passaram por transformações significativas, impulsionadas pela globalização, avanço tecnológico e crescente digitalização dos processos produtivos (ILO, 2022). O ambiente laboral contemporâneo exige, cada vez mais, atividades de esforço intelectual constante, com alta demanda por atenção, tomada de decisões rápidas e gestão simultânea de múltiplas tarefas.

Esse cenário evidencia a necessidade de considerar, de forma aprofundada, os impactos físicos e mentais derivados de ambientes de trabalho cognitivamente exigentes, inseridos em um contexto global de produtividade acelerada e competição constante.

A exposição contínua a estímulos cognitivos intensos pode, por si só, representar um risco à saúde dos profissionais, manifestando-se em fadiga mental, estresse acumulado e diminuição da capacidade de concentração. Nessas condições, a ergonomia deixa de atuar apenas como ferramenta de adaptação física e passa a exercer papel estratégico na mitigação de riscos psicossociais (KROEMER; GRANDJEAN, 1997; IIDA, 2005).

Dentro desse panorama, é fundamental reconhecer que os riscos psicológicos associados ao trabalho intelectual podem ser ainda mais graves do que aqueles puramente físicos, pois afetam diretamente a saúde mental, a motivação e, conseqüentemente, o desempenho da equipe. Assim, a implementação de princípios ergonômicos apropriados em ambientes que exigem esforço intelectual não apenas contribui para a proteção física do trabalhador, mas também atua como mecanismo preventivo contra o agravamento de problemas psicossociais, garantindo um equilíbrio entre produtividade e bem-estar no contexto moderno de trabalho.

O presente trabalho tem como objetivo propor um método integrado de avaliação do ambiente laboral, considerando variáveis físicas e psicológicas, idealizada para contextos laborais nos quais predominam atividades de natureza cognitiva, como escritórios administrativos, setores técnicos e áreas de suporte operacional. Ambientes dessa natureza apresentam uma combinação peculiar de baixa demanda física e alta exigência mental, o que os torna especialmente suscetíveis a fatores de desconforto ambiental e psicossocial que muitas vezes passam despercebidos em avaliações tradicionais.

A avaliação de variáveis psicológicas em função de variáveis ambientais representa um ponto de partida promissor para o desenvolvimento de ferramentas integradas de análise do ambiente laboral. Ao correlacionar fatores como iluminação, conforto térmico, ruído, organização espacial e mobiliário com indicadores de estresse, fadiga, motivação e satisfação, é possível compreender de maneira mais abrangente como o ambiente físico influencia o estado mental dos profissionais.

Essa abordagem multidimensional permite não apenas mapear riscos existentes, mas também antecipar possíveis agravos à saúde mental decorrentes de condições ambientais inadequadas, que muitas vezes passam despercebidas em avaliações segmentadas ou exclusivamente físicas.

Nesse contexto, o impacto da qualidade do ambiente físico sobre a saúde mental torna-se uma variável central a ser investigada (DEMEROUTI *et al.*, 2010). O alinhamento entre parâmetros ergonômicos, definidos por normas regulamentadoras como a Norma Regulamentadora nº 17 (BRASIL, 2025), e indicadores psicossociais oferece subsídios para identificar como ajustes no

ambiente de trabalho podem mitigar efeitos negativos sobre o bem-estar psicológico. O estudo integrado de variáveis físicas e psicológicas não apenas reforça a necessidade de conformidade com a legislação vigente, mas também abre caminho para estratégias de gestão preventiva mais eficientes, capazes de preservar a saúde mental dos profissionais e, simultaneamente, promover a produtividade e a qualidade das atividades desempenhadas.

A partir dessa perspectiva, uma abordagem metodológica promissora consiste em comparar a qualidade e adequação do ambiente físico, segundo parâmetros ergonômicos, com indicadores de sobrecarga psicológica. Essa comparação permite identificar relações entre condições ambientais inadequadas e níveis elevados de estresse, fadiga emocional e desmotivação, característicos da Síndrome de *Burnout* (MASLACH *et al.*, 2001)

Ao integrar essas análises, torna-se possível desenvolver uma ferramenta de avaliação abrangente, capaz de correlacionar fatores ambientais e psicossociais e fornecer subsídios para uma análise integrada de múltiplas variáveis ocupacionais, conforme princípios utilizados na construção de indicadores compostos (OCDE, 2008). Essa abordagem evidencia que a ergonomia, quando considerada de forma integrada com variáveis psicológicas, transcende a proteção física e se torna um instrumento estratégico para o bem-estar global do trabalhador e para a eficiência organizacional.

1.1 Justificativa

Promover a segurança e a satisfação no ambiente de trabalho é fundamental não apenas para o bem-estar dos funcionários, mas também para a produtividade e a eficiência operacional das empresas. Colaboradores que se sentem seguros e valorizados tendem a apresentar maior engajamento com suas atividades e contribuem de maneira mais significativa para os objetivos organizacionais. A partir dessa perspectiva, a gestão eficaz de riscos deve ser compreendida como um investimento no desenvolvimento geral das organizações.

Em ambientes de trabalho que exigem esforço intelectual, como escritórios, setores administrativos e empresas de base tecnológica, a gestão da saúde psicológica se torna ainda mais necessária, estando o desempenho fortemente atrelado à capacidade cognitiva. Quadros de estresse, ansiedade ou esgotamento podem comprometer a tomada de decisões, a qualidade das entregas e a inovação nos processos.

Sob o ponto de vista da saúde física, a adoção de programas de bem-estar voltados ao monitoramento e controle de fatores de risco pode reduzir o desenvolvimento de doenças crônicas. Além disso, a adoção de uma abordagem integrada para análise das condições de trabalho contribui para o crescimento sustentável e para a resiliência organizacional em médio e longo prazo.

Com isso, este estudo justifica-se pela relevância de propor uma metodologia que integre a avaliação física e psicológica do ambiente de trabalho, reconhecendo que a saúde ocupacional exige uma abordagem abrangente, capaz de refletir as múltiplas dimensões envolvidas nas condições laborais contemporâneas.

1.2 Objetivo

O presente estudo tem como objetivo geral desenvolver um modelo integrado de avaliação da qualidade de ambientes laborais de esforço intelectual, considerando variáveis físicas e psicossociais. Com o desenvolvimento, busca-se responder às Perguntas de Pesquisa:

- Como os parâmetros físicos do ambiente de trabalho influenciam indicadores de bem-estar e sinais de Burnout entre os profissionais?
- A aplicação de uma ferramenta integrada de avaliação ambiental e psicossocial é capaz de identificar e correlacionar fatores ergonômicos e psicológicos de forma mais eficaz do que métodos tradicionais?

Objetivos específicos:

Propor uma ferramenta de avaliação baseada em dados objetivos (medições ambientais) e subjetivos (percepção dos funcionários), viabilizando sua aplicação em ambientes reais para análise do impacto de variáveis ambientais sobre aspectos psicossociais. Em seguida, simular aplicação da ferramenta, em modelo exploratório, para futura validação dos indicadores ambientais adotados e identificação de seu grau de impacto psicossocial.

1.3 Estrutura do Trabalho

O presente trabalho está dividido em sete seções. Na primeira seção, apresenta-se a introdução e os objetivos da pesquisa. Na segunda, discute-se o referencial teórico relacionado ao tema. A terceira seção descreve a metodologia utilizada. Na quarta seção, apresenta-se a estrutura operacional do modelo, contemplando os procedimentos de definição dos participantes, coleta, organização e tratamento dos dados para sua utilização em ambientes reais. A quinta seção apresenta a modelagem das relações entre variáveis ambientais e psicossociais e a definição dos cenários simulados. Na sexta seção, são apresentados e discutidos os resultados obtidos a partir das simulações realizadas. Por fim, a sétima seção traz as considerações finais do estudo.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Conforme descrita inicialmente em 1974, pelo psicólogo Herbert Freudenberger, em publicação *Staff Burn-Out* pelo periódico *Journal of Social Issues*, a Síndrome de *Burnout* é um estado de esgotamento mental e físico causado pela vida profissional, desencadeada após um estado de tensão constante. Observada, a princípio, em profissionais das áreas de cuidado, serviços emergenciais e educação, a síndrome é tradicionalmente caracterizada pela ocorrência de três estados: exaustão emocional (sensação de esgotamento de recursos físicos e emocionais), despersonalização (sensação de distância em relação às pessoas envolvidas na atividade laboral) e baixa realização profissional (sentimento de incompetência). (MASLACH *et al.*, 2001; SCHAUFELI *et al.*, 2009).

No âmbito dos sofrimentos psíquicos relacionados ao trabalho, diretamente ligados à satisfação dos trabalhadores (envolvendo fatores como relações pessoais conturbadas e pressão devida a possíveis sobrecargas), destacam-se enfermidades como a depressão, podendo estar relacionadas a episódios de ansiedade e elevado nível de estresse, capaz de culminar na Síndrome de *Burnout*, incluída em à lista oficial de doenças da Organização Mundial da Saúde durante a 79ª Assembleia Mundial da Saúde (OMS, Genebra, 2019).

Estando classificada como uma doença específica ligada ao trabalho e reconhecida por entidades médicas oficiais, a Síndrome de *Burnout* evidencia uma necessária mudança em relação aos estudos referentes à saúde ocupacional, sendo necessário integrar os fatores capazes de ocasionar as já citadas enfermidades fisiológicas e psíquicas (SCHAUFELI, 2015).

A partir dessa compreensão, estudos recentes vêm reforçando a importância de abordagens que considerem a integração entre fatores físicos e psicossociais na análise das condições de trabalho. Em publicação *A Importância dos Aspectos Psicossociais e da Urgente Implementação da Ergonomia Cognitiva na Prevenção de Doenças Ocupacionais*, (DE PAULA *et al.*, 2022) identifica um crescimento significativo na busca de publicações correlacionando aspectos psicossociais a Normas Regulamentadoras referentes à ergonomia, no período de 2019 a 2021.

Complementarmente, do ponto de vista biológico, os efeitos do estresse sobre o corpo humano demonstram que os impactos da sobrecarga cognitiva vão além do campo psicológico. Conforme discutido na publicação *Implicações do Estresse sobre a Saúde e a Doença Mental* (CORTEZ; SILVA, 2007), o estresse contínuo ativa respostas fisiológicas complexas, como a liberação prolongada de cortisol e o desequilíbrio do eixo hipotálamo-hipófise-adrenal, afetando diretamente funções cognitivas como memória, atenção e tomada de decisão.

Assim, a exposição prolongada a estressores laborais pode comprometer não apenas o desempenho profissional, mas também a saúde física e mental do trabalhador. Dessa forma, o

conjunto desses estudos evidencia que a análise integrada de variáveis ambientais e psicológicas é essencial para compreender e prevenir os efeitos do estresse ocupacional, incluindo a Síndrome de *Burnout* (MASLACH *et al.*, 2001; IIDA, 2005; KROEMER; GRANDJEAN, 1997).

A abordagem ergonômica, quando aliada à avaliação psicossocial, amplia o entendimento sobre os mecanismos que conectam o ambiente físico às respostas cognitivas e emocionais, contribuindo para o desenvolvimento de ferramentas mais eficazes de diagnóstico e intervenção no contexto da saúde ocupacional (IIDA, 2005; KROEMER; GRANDJEAN, 1997).

2.1 Evolução das abordagens em segurança e satisfação ocupacional

Resultante de um patrimônio acumulado nos estudos de Saúde Coletiva e Medicina Social, sofrendo relevante influência da experiência operária italiana (GOMEZ *et al.*, 2018), o avanço da Medicina Preventiva e da Saúde Pública durante as décadas de 1960 e 1970 passou a abordar novos pontos de vista a respeito da relação entre saúde e trabalho. No Brasil, a ampliação da Medicina do Trabalho e Saúde Ocupacional ocorreu através da incorporação de elementos das Ciências Sociais às práticas de atenção à qualidade de vida dos trabalhadores, implicando tratamento interdisciplinar (social, político, econômico e cultural) às questões relacionadas à saúde em ambiente laboral. (TAMBELLINI, 1986; MENDES, 1991).

Após acelerado crescimento do número de trabalhadores industriais, contemporâneo ao Movimento da Reforma Sanitária (1986), à VIII Conferência Nacional de Saúde (1986) e à I Conferência Nacional de Saúde do Trabalhador (1986), culminando na abordagem da saúde e qualidade do trabalho na Consituição de 1988, a implantação de regulamentações a tratar da Saúde e Segurança do Trabalho criaram um panorama positivo para o tema em conjunto com a Consolidação das Leis do Trabalho, de 1977 (GOMEZ *et al.*, 2018).

Ainda na década de 1980, é iniciada uma nova análise sobre a relação entre trabalho e sofrimento psíquico, pelo psiquiatra francês Christophe Dejours, buscando qualificar fragilizações que favoreciam o surgimento de doenças em operários. Em seu estudo, além da correlação apontada, são constatados comportamentos considerados incomuns, como o abuso de substâncias entre indivíduos dentro do quadro clínico investigado (DEJOURS, 1992).

O aumento dos registros de doenças relacionadas ao trabalho fomentou a investigação das potenciais raízes para o surgimento de enfermidades físicas, mentais e psicossomáticas dentro de modelos de organização do trabalho, bem como nas relações sociais em ambiente laboral. Mudanças trazidas pela evolução tecnológica e constantes reestruturações produtivas, socioeconômicas e políticas influenciaram e ainda influenciam diretamente sobre os impactos do trabalho sobre o indivíduo (VASCONCELOS, 2008).

2.2 Amparo legal à segurança do trabalho e ergonomia

Em conformidade com a Consolidação das Leis do Trabalho (CLT), dada pela Lei nº 6.514 de 22 de dezembro de 1977, cabe às empresas observarem, em todos os locais de trabalho, o cumprimento das normas de segurança do trabalho (Art. 154) bem como as fazer cumprir através da instrução dos empregados, promoção da fiscalização e adoção de medidas determinadas por órgãos competentes (Art. 157).

Ainda a tratar da Lei nº 6.514/1977, sua alteração ao Capítulo V, Título II da Consolidação das Leis do Trabalho autoriza o Poder Executivo a criar normas complementares voltadas à saúde e segurança no trabalho:

Art. 200 – Cabe ao Ministério do Trabalho estabelecer disposições complementares às normas de que trata este Capítulo, tendo em vista as peculiaridades de cada atividade ou setor de trabalho (...)
(Brasil, 1977)

Com relação aos parâmetros a serem satisfeitos para garantir a saúde e segurança do trabalhador, a Portaria nº 3.214 de 1978 (Ministério do Trabalho) estabelece as Normas Regulamentadoras como instrumento normativo complementar à Consolidação das Leis do Trabalho:

Art. 1º Aprovar as Normas Regulamentadoras - NR - do Capítulo V, Título II, da Consolidação das Leis do Trabalho, relativas à Segurança e Medicina do Trabalho. (Brasil, 1978)

Como instrumento para determinação das regras de aplicação das Normas Regulamentadoras, Portaria SIT nº 787, de 27 de novembro de 2018 (Secretaria de Inspeção do Trabalho) aponta a NR 17 (Ergonomia) como Norma Geral em seu Anexo único, dotando-na como aplicável a todos os tipos de empresas e trabalhadores, independentemente do setor de atividade ou porte.

A Norma Regulamentadora nº 17, originalmente aprovada pela Portaria nº 3.214/1978 e com última alteração dada pela Portaria MTP nº 4.219/2022, estabelece requisitos para adaptação das condições de trabalho, abordando saúde, segurança e conforto. Ainda em seu Artigo 1º, tem-se que:

NR 17.1.1.1 As condições de trabalho incluem aspectos relacionados ao levantamento, transporte e descarga de materiais, ao mobiliário dos postos de trabalho, ao trabalho com máquinas, equipamentos e ferramentas manuais, às condições de conforto no ambiente de trabalho e à própria organização do trabalho. (Brasil, 1978)

Como parâmetros de conforto no ambiente de trabalho, o Artigo 8º da NR 17 determina a necessidade de observação das condições de temperatura, níveis de ruído e qualidade da iluminação em ambientes de trabalho internos:

17.8.3 Em todos os locais e situações de trabalho internos, deve haver iluminação em conformidade com os níveis mínimos de iluminamento a serem observados nos locais de trabalho estabelecidos na Norma de Higiene Ocupacional nº 11 (NHO 11) da Fundacentro - Avaliação dos Níveis de Iluminamento em Ambientes Internos de Trabalho, versão 2018.

17.8.4 Nos locais de trabalho em ambientes internos onde são executadas atividades que exijam manutenção da solicitação intelectual e atenção constantes, devem ser adotadas medidas de conforto acústico e de conforto térmico, conforme disposto nos subitens seguintes (...)
(Brasil, 1978)

Destacando-se a menção às atividades laborais com demanda intelectual, o item 17.8.4 da NR 17 reconhece que ambientes de trabalho com demanda intelectual trazem potenciais impactos à saúde do trabalhador, aplicando-se a necessidade de gerenciamento de riscos. Sob a ótica do gerenciamento de riscos ocupacionais, a Norma Regulamentadora nº 1, estabelecida pela Portaria MTb nº 3.214, de 08 de junho de 1978, tem como definição:

NR 1.1.1 O objetivo desta Norma é estabelecer as disposições gerais, o campo de aplicação, os termos e as definições comuns às Normas Regulamentadoras - NR relativas à segurança e saúde no trabalho e as diretrizes e os requisitos para o gerenciamento de riscos ocupacionais e as medidas de prevenção em Segurança e Saúde no Trabalho - SST. (Brasil, 1978)

Acerca da determinação de riscos ocupacionais, a NR 1 com redação atualizada pela Portaria MTE nº 1.419/2024, traz em suas disposições:

NR 1.5.3.1.4 O gerenciamento de riscos ocupacionais deve abranger os riscos que decorrem dos agentes físicos, químicos, biológicos, riscos de acidentes e riscos relacionados aos fatores ergonômicos, incluindo os fatores de risco psicossociais relacionados ao trabalho.

Dessa forma, após significativas atualizações da base legal, a abordagem integrada de fatores físicos e psicológicos é necessária para garantir o atendimento às condições adequadas de Saúde e Segurança no Trabalho. A aplicação de ferramentas de análise mais abrangentes se torna um requisito para a adequação aos padrões de qualidade de ambientes de trabalho.

2.3 Parametrização de variáveis psicológicas

A análise de conteúdo para pesquisas dentro da psicologia tem como maior desafio a elaboração e aplicação de dados quantitativos em seu desenvolvimento, sendo alvo de críticas devido à baixa representatividade estatística de determinados instrumentos (MORGAN, 1993), havendo necessidade de estabelecimento de regras lógicas referentes à organização, categorização e tratamento de dados.

Definindo-se uma regra de enumeração, para a transcrição de informações qualitativas para quantitativas é imprescindível, podendo estar atrelada à ordem temporal do relato de sintomas, sua estrutura narrativa, à autopercepção (pragmatismo) e ao contexto no qual se insere o indivíduo (LIEBLICH *et al.*, 1998). Cabe ressaltar que a orientação da análise é dada através do estabelecimento de questões ou tópicos-guia, de acordo com a finalidade da coleta de informações.

Em referência à obtenção de dados, sua alocação e aglomeração pode ser realizada de forma indutiva, quando os parâmetros a serem avaliados são elencados ao longo do processo (comumente aplicada em psicoterapia comportamental) e dedutiva, quando há dados prévios e pontos-chave pré-determinados. (POLIT; BECK, 2004). No contexto da validação de informações partindo de uma hipótese, bem como da comparação de parâmetros coletados, a abordagem dedutiva apresenta relevantes vantagens.

Dey (1993) propõe a elaboração de ferramentas de coleta de dados a partir de norteadores referentes ao indivíduo (ou grupo) contribuinte com dados de estudo (quem?), local no qual ocorre a aplicação da ferramenta (onde?) e período ou data da ocorrência/existência dos parâmetros tratados (quando?), além de serem considerados os acontecimentos próximos à coleta (avaliação situacional) e compreensão da finalidade por parte dos indivíduos envolvidos (por quê?).

A partir da inauguração dos estudos acerca da Síndrome de *Burnout*, estratégias e ferramentas de avaliação vêm sendo aplicadas a fim de determinar a presença e severidade de quadros clínicos a partir da padronização de parâmetros, normalmente baseadas nos sintomas comumente apresentados para pacientes do distúrbio psíquico.

Para o desenvolvimento do estudo sistemático do *Burnout*, a classificação das componentes principais a serem investigadas atua como principal diretriz analítica às pesquisas e mecanismos de coleta de dados (MASLACH, *et al.*, 2001), sendo observadas a exaustão emocional (cansaço extremo e sensação de falta de energia), a despersonalização (insensibilidade ou hostilidade em relação aos demais indivíduos) e a perda da realização pessoal/profissional (sentimento de incompetência para exercício das funções, acarretando frustração profissional).

Visando elaborar um instrumento de aferição para viabilizar o estudo epidemiológico da Síndrome de *Burnout*, foi criado o *Maslach Burnout Inventory* (MBI) a partir dos estudos da psicóloga social Christina Maslach (1996). Com ampla aplicação a partir do ano de 1997, a ferramenta é composta por uma lista de questões objetivas, às quais são atribuídas “pontuações” e, ao final, o balanço de pontos indica a ocorrência das compotentes supramencionadas, bem como sua severidade.

Ressalta-se que, apesar do objetivo inicial de diagnóstico da Síndrome de Burnout em indivíduos prestadores de serviços/cuidados, o material apresentou aplicabilidade a outros possíveis grupos analisados, com destaque à versão para educadores (MBI Education Survey, 1997). Há, também, a aplicação da ferramenta de forma mais generalista, abordando a possível ocorrência do Burnout de forma não relacionada ao exercício laboral.

A consolidação de instrumentos psicométricos voltados à avaliação da Síndrome de Burnout evidencia a progressiva estruturação metodológica da análise de variáveis psicológicas, permitindo que fenômenos subjetivos passem a ser tratados por meio de parâmetros padronizados e comparáveis. Nesse contexto, modelos derivados do Maslach Burnout Inventory (MBI) ampliaram as possibilidades de investigação epidemiológica do Burnout em diferentes contextos ocupacionais, favorecendo sua aplicação em estudos voltados à saúde do trabalhador e às condições ambientais de trabalho (MASLACH *et al.*, 2001).

Entre essas derivações metodológicas, destaca-se o *Oldenburg Burnout Inventory* (OLBI), instrumento desenvolvido com o objetivo de ampliar a aplicabilidade da avaliação do Burnout por meio de uma estrutura mais flexível e adaptável a diferentes contextos profissionais (DEMEROUTI *et al.*, 2003). Diferentemente da estrutura tridimensional tradicionalmente adotada pelo MBI, o OLBI organiza a análise a partir de duas dimensões centrais: a Exaustão, relacionada ao desgaste físico, emocional e cognitivo decorrente das demandas laborais, e o Desengajamento, associado ao distanciamento psicológico em relação ao trabalho e à perda progressiva de identificação com as atividades exercidas (DEMEROUTI *et al.*, 2003).

Além da ampla utilização em pesquisas acadêmicas, o OLBI apresenta características particularmente relevantes para estudos voltados à parametrização de condições psicossociais. O instrumento utiliza estrutura padronizada em escala Likert, permitindo a conversão das respostas em escores numéricos contínuos, compatíveis com análises quantitativas e comparativas (DEMEROUTI *et al.*, 2003). Adicionalmente, a presença de itens formulados em sentidos positivos e negativos contribui para redução de vieses associados à tendência de resposta automática, favorecendo maior consistência na mensuração das dimensões analisadas.

Dessa forma, o OLBI se apresenta como uma ferramenta compatível com propostas de avaliação sistemática de ambientes laborais, permitindo transformar manifestações subjetivas associadas ao *Burnout* em parâmetros estruturados de análise.

De maneira a reforçar a proposta do presente trabalho, estudos posteriores de atualização sobre a Síndrome de *Burnout* sugerem a continuidade de investigações a partir da incorporação de variáveis às análises do esgotamento emocional em ambiente laboral. Destaca-se a importância de incluir variáveis que abordem elementos extra-institucionais, como infraestrutura e condições materiais de trabalho (GUIMARÃES; CARDOSO, 2006)

2.4 Indicadores Compostos

Fenômenos complexos frequentemente não podem ser representados de forma satisfatória por uma única variável isolada, especialmente em contextos nos quais múltiplas dimensões interagem simultaneamente. Em estudos relacionados às condições de trabalho, por exemplo, fatores ambientais, ergonômicos e psicossociais podem exercer influência conjunta sobre o desempenho, o conforto e a saúde ocupacional, tornando necessária a adoção de abordagens analíticas integradas.

Nesse contexto, os indicadores compostos surgem como ferramentas capazes de sintetizar diferentes variáveis em uma única medida interpretativa, permitindo representar fenômenos multidimensionais por meio de estruturas quantitativas organizadas (OCDE, 2008). Segundo a Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico, indicadores compostos consistem na agregação sistemática de múltiplos indicadores individuais, estruturados de forma a representar dimensões distintas de um mesmo fenômeno (*Handbook on Constructing Composite Indicators: Methodology and User Guide*, OCDE, 2008) .

A utilização de indicadores compostos apresenta ampla aplicação em estudos econômicos, sociais, ambientais e de saúde pública, especialmente em situações nas quais variáveis heterogêneas precisam ser analisadas de maneira integrada (OCDE, 2008). Nesses casos, a construção de métricas sintéticas possibilita não apenas simplificar a interpretação dos dados, mas também ampliar a capacidade comparativa entre cenários distintos.

A OCDE ressalta, entretanto, que a elaboração de indicadores compostos exige fundamentação teórica consistente, definição clara das variáveis analisadas e critérios metodológicos transparentes para evitar distorções interpretativas (OCDE, 2008). Dessa forma, a construção do indicador deve preservar a coerência conceitual entre os parâmetros utilizados e o fenômeno que se pretende representar.

Sob essa perspectiva, a análise das condições de trabalho em ambientes de esforço intelectual apresenta características compatíveis com a utilização de indicadores compostos, uma vez que

envolve a interação simultânea entre variáveis físicas, ergonômicas e psicossociais. Assim, a adoção das diretrizes propostas pela OCDE fornece suporte teórico para a estruturação de modelos integrados de avaliação ocupacional, permitindo tratar parâmetros heterogêneos dentro de uma lógica analítica comum.

3 METODOLOGIA

A construção de um modelo para avaliação de ambientes laborais, ainda que de forma restrita aos de esforço intelectual, requer equilíbrio entre amplitude teórica, viabilidade técnica e aplicabilidade. O presente estudo estrutura sua metodologia com base nas diretrizes propostas pela Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), conforme sistematizado no manual *Handbook on Constructing Composite Indicators: Methodology and User Guide*, adotado como referência na construção de indicadores compostos (OCDE, 2008).

De acordo com o referencial, a elaboração de um indicador composto deve seguir uma sequência metodológica estruturada, envolvendo a definição do fenômeno analisado, a seleção criteriosa das variáveis, a normalização dos dados, a agregação dos indicadores e, por fim, a interpretação dos resultados (OCDE, 2008). O modelo desenvolvido no presente estudo foi concebido de forma aderente a essa lógica, buscando assegurar coerência entre suas etapas, bem como transparência, reprodutibilidade e clareza analítica.

O presente modelo adota cinco parâmetros principais, organizados entre fatores físicos e psicossociais, com o objetivo de promover uma análise integrada das condições de trabalho em ambientes de esforço intelectual. Foram definidos como variáveis de análise a temperatura do ambiente, os níveis de ruído, a qualidade da iluminação, a ergonomia do mobiliário e a manifestação da Síndrome de *Burnout*.

A seleção desses parâmetros fundamenta-se em critérios de relevância no contexto ocupacional, considerando tanto sua recorrência em ambientes de trabalho intelectual quanto seu impacto sobre o desempenho e o bem-estar dos trabalhadores (BRASIL, 2025; FUNDACENTRO, 2018; KROEMER; GRANDJEAN, 1997). Em consonância com as recomendações da OCDE, priorizou-se a adoção de variáveis com métodos de aferição consolidados e respaldo técnico-normativo, favorecendo a consistência e a replicabilidade do modelo (OCDE, 2008).

Inicialmente, foram considerados os fatores físicos mais presentes em ambientes laborais de esforço intelectual, adotando como base documental as diretrizes estabelecidas pela Norma Regulamentadora nº 17, que trata das condições de conforto no ambiente de trabalho (BRASIL, 2025). Nesse contexto, destacam-se como variáveis relevantes a iluminação, a temperatura e o

conforto acústico, diretamente associados ao desempenho em atividades cognitivas (BRASIL, 2025; FUNDACENTRO, 2018).

A viabilidade da adoção desses parâmetros também se justifica pela existência de instrumentos de medição amplamente consolidados, bem como pela disponibilidade de normas técnicas específicas que orientam sua avaliação, o que contribui para a aplicabilidade prática da ferramenta proposta (BRASIL, 2017; FUNDACENTRO, 2018).

Ainda no âmbito físico, o mobiliário dos postos de trabalho se apresenta como um fator de elevada relevância, exercendo influência direta sobre o conforto musculoesquelético e estando associado ao desenvolvimento progressivo de quadros de fadiga (BRASIL, 2025). Em conjunto com os parâmetros ambientais, essa dimensão física contribui para a formação da percepção subjetiva de bem-estar, estabelecendo uma interface direta com os aspectos psicossociais (KROEMER; GRANDJEAN, 1997).

No campo psicossocial, foram considerados fatores associados a enfermidades psíquicas com potencial de origem ou agravamento em função das condições de trabalho. Nesse contexto, optou-se pela adoção da Síndrome de Burnout como indicador central da dimensão psicológica do ambiente laboral, considerando sua relação direta com o exercício das atividades profissionais e sua crescente relevância em diferentes setores ocupacionais (MASLACH, 1981; SCHAUFELI, 2015).

A escolha pelo parâmetro também se sustenta no reconhecimento legal dos riscos psicossociais como parte das obrigações de análise e prevenção por parte dos empregadores. A Norma Regulamentadora nº 1 (NR 1), em sua versão atualizada pela Portaria MTE nº 1.419, de 27 de agosto de 2024, inclui explicitamente os riscos psicossociais no escopo do Gerenciamento de Riscos Ocupacionais (GRO), determinando que todos os fatores estressores sejam devidamente considerados.

Art. 3º – Inserir termos e definições no “Anexo I - Termos e definições” da Norma Regulamentadora nº 1 (NR-1) - Disposições Gerais e Gerenciamento de Riscos Ocupacionais, com a seguinte redação:
(...)

1.5.3.1.4 O gerenciamento de riscos ocupacionais deve abranger os riscos que decorrem dos agentes físicos, químicos, biológicos, riscos de acidentes e riscos relacionados aos fatores ergonômicos, incluindo os fatores de risco psicossociais relacionados ao trabalho.

(Brasil, 2024)

Outro aspecto determinante foi a busca pela simplicidade e reprodutibilidade. A inclusão de um número reduzido, porém representativo, de parâmetros a clareza e a agilidade na aplicação da

ferramenta. Por fim, a metodologia de construção do modelo visa permitir a inclusão de novos parâmetros de análise, a fim de favorecer sua melhoria contínua (OCDE, 2008).

3.1 Estrutura da Ferramenta de Avaliação

Para viabilizar a análise comparativa entre variáveis de naturezas distintas, torna-se necessária a construção de uma escala padronizada de avaliação. Conforme estabelecido no manual *Handbook on Constructing Composite Indicators: Methodology and User Guide*, a normalização dos dados constitui etapa fundamental para permitir a integração de variáveis heterogêneas em um único sistema analítico (OCDE, 2008).

Para tal, inicialmente, a ferramenta recebe como entrada dados referentes a cada variável englobada na avaliação do ambiente, sendo realizada análise individual da adequação às condições ideais para o desempenho de atividades intelectuais (BRASIL, 2025; FUNDACENTRO, 2018; KROEMER; GRANDJEAN, 1997).

O resultado da análise individual, correspondente a cada variável, incorrerá na atribuição de um índice numérico dentro de uma escala padronizada, representando o “nível de adequação dentro dos padrões de referência”, a fim de permitir uma análise comparativa (OCDE, 2008).

Atendendo ao objetivo inicial, que consiste na atribuição de uma medida padronizada para cada variável, parte-se para o segundo objetivo, que corresponde à consolidação dessas medidas em um índice global, capaz de sintetizar a situação geral do ambiente analisado (OCDE, 2008).

Como objetivo adicional, a aplicação do modelo em diferentes contextos permite avaliar o impacto relativo das variáveis físicas sobre a manifestação de sintomas associados à Síndrome de Burnout, possibilitando a identificação de padrões de influência entre as dimensões analisadas (MASLACH, 1981 ; SCHAUFELI, 2015).

Para garantir clareza e replicabilidade, o modelo foi estruturado de forma modular, com lógica sequencial definida em literatura para construção de indicadores compostos e respaldo em referenciais técnicos (OCDE, 2008).

3.2 Normalização e Construção do Índice Numérico Padronizado

Conforme estabelecido no manual *Handbook on Constructing Composite Indicators: Methodology and User Guide*, a etapa de normalização constitui um dos pilares centrais na construção de indicadores compostos, sendo responsável por viabilizar a comparabilidade entre variáveis originalmente expressas em diferentes unidades, escalas e naturezas (OCDE, 2008).

No presente estudo, essa necessidade se torna particularmente relevante em função da heterogeneidade dos parâmetros analisados, que incluem variáveis físicas mensuráveis em diferentes unidades, variáveis qualitativas e variáveis psicossociais derivadas de instrumentos de avaliação (OCDE, 2008).

A transformação desses dados em uma métrica comum não apenas permite sua comparação direta, mas também estabelece uma lógica unificada de interpretação, aspecto fundamental na construção de indicadores compostos (OCDE, 2008).

Em conformidade com essas diretrizes, adotou-se uma escala padronizada contínua de 0 a 10, na qual valores mais elevados representam condições mais favoráveis e valores mais baixos indicam maior afastamento das condições ideais. A escolha dessa escala se justifica por sua simplicidade interpretativa e pela possibilidade de leitura direta dos resultados, favorecendo sua aplicação em análises técnicas (OCDE, 2008).

A lógica central adotada para a construção do Índice Numérico Padronizado baseia-se na avaliação do grau de afastamento de um valor observado em relação a uma faixa de referência considerada ideal. Dessa forma, cada variável é analisada não apenas em termos de seu valor absoluto, mas principalmente em função de sua adequação às condições esperadas para o ambiente de trabalho analisado (OCDE, 2008).

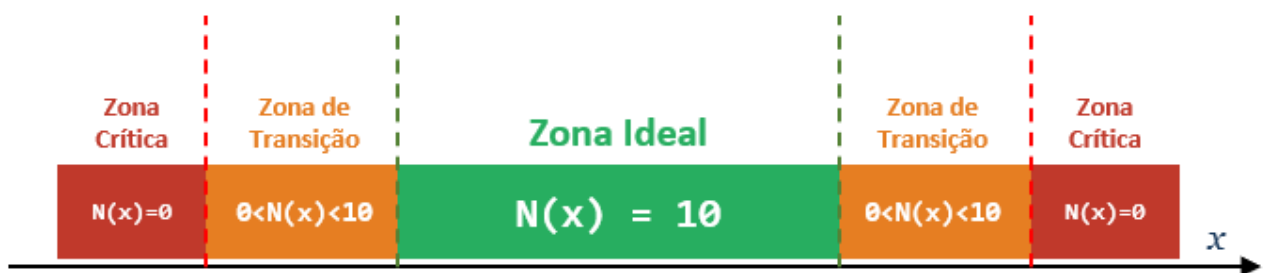
Considerando que a relação entre as variáveis ambientais e seu impacto sobre o desempenho humano não se dá de forma linear, optou-se pela adoção de uma função de normalização definida por trechos (*piecewise*). Conforme discutido pela OCDE, a função de normalização deve preservar a estrutura do fenômeno analisado, evitando simplificações que possam distorcer a interpretação dos dados (OCDE, 2008).

No contexto do presente estudo, as variáveis analisadas apresentam comportamento caracterizado pela existência de uma faixa de valores considerados adequados, a partir da qual se observa degradação progressiva das condições à medida que ocorre afastamento desse intervalo (BRASIL, 2025; FUNDACENTRO, 2018). Além disso, podem ser identificados limites extremos associados a condições inadequadas ou potencialmente prejudiciais à saúde do trabalhador (BRASIL, 1978).

Dessa forma, a adoção de uma estrutura *piecewise* permite representar explicitamente três regimes distintos de comportamento:

- **Zona ideal**, na qual os valores observados são considerados adequados e o desempenho é maximizado;
- **Zona de transição**, caracterizada por afastamento progressivo em relação à condição ideal, com impacto gradual sobre o desempenho e o conforto;
- **Zona crítica**, correspondente a valores que ultrapassam limites admissíveis, representando condições inadequadas ou potencialmente prejudiciais.

Figura 1 - Regimes de Comportamento em estrutura piecewise



Fonte: Elaboração própria, 2026.

Ao integrar essa estrutura à escala padronizada de 0 a 10, o modelo passa a representar, de forma contínua e interpretável, o grau de adequação de cada variável, garantindo coerência entre a modelagem matemática e a interpretação prática dos resultados (OCDE, 2008).

A partir dessa construção conceitual, torna-se possível formalizar matematicamente o processo de normalização, estabelecendo funções capazes de transformar os valores observados em seus respectivos índices padronizados (OCDE, 2008).

Inicialmente, define-se as limitações das zonas ou faixas estabelecidas para a análise *piecewise*, partindo da necessidade de estabelecer referenciais objetivos que permitam interpretar os valores observados (OCDE, 2008). Em termos de adequação às condições de trabalho, são definidos dois níveis complementares de referência, sendo eles os limites toleráveis, relativos ao conforto e desempenho, e os limites admissíveis, relativos ao risco ocupacional.

Os limites toleráveis correspondem à faixa de valores dentro da qual a variável analisada é considerada adequada para o desempenho de atividades laborais, não implicando prejuízos relevantes ao conforto, à saúde ou ao desempenho do trabalhador (BRASIL, 2025; FUNDACENTRO, 2018). Essa faixa define a região central da análise proposta, na qual se considera que a variável apresenta condições ideais para o trabalho.

Do ponto de vista matemático, os limites toleráveis estabelecem um intervalo de referência $[x_{min}, x_{max}]$, a partir do qual se define o conceito de afastamento em relação à condição ideal. Assim,

valores situados dentro desse intervalo não apresentam penalização no índice padronizado, enquanto valores externos passam a ser avaliados em função da distância até o limite mais próximo da faixa tolerável. Essa definição constitui a base para a construção da função de afastamento, posteriormente utilizada na normalização dos dados (OCDE, 2008).

Os limites admissíveis representam valores associados a condições potencialmente prejudiciais à saúde ocupacional, definidos com base em critérios voltados à caracterização de exposição e risco, como estabelecidos na Norma Regulamentadora nº 15 (BRASIL, 1978), delimitando a região crítica da análise.

Enquanto os limites toleráveis definem o ponto de partida da degradação das condições analisadas, os limites admissíveis estabelecem o ponto a partir do qual essa degradação atinge um nível máximo, permitindo a delimitação completa da zona de transição e a definição de um intervalo finito para o processo de normalização (OCDE, 2008).

A distinção entre esses dois níveis de referência viabiliza a construção de uma métrica contínua de avaliação baseada no conceito de distância em relação a um referencial, permitindo a abordagem estruturada sob uma análise *piecewise*.

A partir da definição dos limites toleráveis e admissíveis, torna-se possível formalizar matematicamente o processo de avaliação do afastamento em relação às condições ideais. Para isso, define-se inicialmente uma função de afastamento $f(x)$, responsável por quantificar a distância entre o valor observado da variável e a faixa considerada adequada.

Seja x o valor observado de uma variável, e sejam x_{min} e x_{max} os limites da faixa tolerável. Define-se a função de afastamento como:

$$f(x) = \begin{cases} 0, & x \in [x_{min}, x_{max}] \\ |x - x_{lim}|, & x \notin [x_{min}, x_{max}] \end{cases} \quad [1]$$

em que x_{lim} representa o limite da faixa tolerável mais próximo de x , ou seja:

$$x_{lim} = \begin{cases} x_{min}, & \text{se } x < x_{min} \\ x_{max}, & \text{se } x > x_{max} \end{cases} \quad [2]$$

Essa formulação, dada pela **Equação 1**, garante que valores situados dentro da faixa ideal não apresentem afastamento, enquanto valores externos sejam penalizados proporcionalmente à sua distância em relação ao intervalo de referência (OCDE, 2008).

Entretanto, para que o afastamento possa ser convertido em uma métrica padronizada, é necessário estabelecer um limite máximo, a partir do qual a condição analisada seja considerada

totalmente inadequada. Nesse contexto, define-se o desvio máximo admissível d_{max} , correspondente à distância entre um dos limites toleráveis e o respectivo limite admissível da variável:

$$d_{max} = |x_{lim} - x_{adm}| \quad (\text{adaptado de OCDE, 2008}) \quad [3]$$

em que x_{adm} representa o limite admissível associado ao mesmo sentido do afastamento considerado.

O parâmetro d_{max} define, portanto, o intervalo máximo relevante para o processo de degradação da variável, estabelecendo o ponto a partir do qual o afastamento deixa de ser apenas progressivo e passa a caracterizar uma condição crítica. Do ponto de vista metodológico, essa construção equivale à definição de um intervalo de normalização baseado em extremos de referência (OCDE, 2008).

Definidos $f(x)$ e d_{max} , torna-se possível estabelecer uma relação adimensional entre o afastamento observado e o afastamento máximo admissível, dada por:

$$\frac{f(x)}{d_{max}} \quad (\text{adaptado de OCDE, 2008}) \quad [4]$$

Essa razão expressa o grau relativo de degradação da variável dentro do intervalo considerado, assumindo valor nulo na faixa ideal e valor unitário no limite admissível.

Considerando que o Índice Numérico Padronizado deve apresentar comportamento inversamente proporcional ao afastamento, adota-se a forma complementar dessa razão:

$$1 - \frac{f(x)}{d_{max}} \quad (\text{adaptado de OCDE, 2008}) \quad [5]$$

Por fim, para adequar essa relação à escala padronizada adotada no modelo, define-se o Índice Numérico Padronizado $N(x)$ como:

$$N(x) = 10 \cdot \left(1 - \frac{f(x)}{d_{max}}\right) \quad (\text{adaptado de OCDE, 2008}) \quad [6]$$

Com a devida limitação inferior, para garantir que valores além do limite admissível não resultem em índices negativos, resultando na forma final:

$$N(x) = \max\left(0, 10 \cdot \left(1 - \frac{f(x)}{d_{max}}\right)\right) \quad (\text{adaptado de OCDE, 2008}) \quad [7]$$

De forma equivalente, a função pode ser expressa explicitamente em sua forma *piecewise*:

$$N(x) = \begin{cases} 10, & \text{se } x \in [x_{min}, x_{max}] \\ 0, & \text{se } |x - x_{lim}| > d_{max} \\ 10 \cdot \left(1 - \frac{|x - x_{lim}|}{d_{max}}\right), & \text{caso contrário} \end{cases} \quad [8]$$

Assim, assegura-se que o índice dado por $N(x)$ assumo valor máximo na faixa considerada ideal, decresça de forma contínua na zona de transição e atinja valor mínimo ao ultrapassar os limites admissíveis. Dessa forma, a função $N(x)$ estabelece uma correspondência direta entre o comportamento físico da variável e sua representação em escala padronizada, garantindo coerência entre a modelagem matemática e a interpretação prática dos resultados, em conformidade com as diretrizes para construção de indicadores compostos propostas pela OCDE (2008).

3.2.1 Temperatura, Ruído e Iluminação

Considerando que temperatura, ruído e iluminação são variáveis contínuas e apresentam comportamentos distintos quanto aos seus efeitos sobre o desempenho humano, o estabelecimento de referenciais objetivos é imprescindível para aplicação de análise proposta (OCDE, 2008).

Correspondendo à faixa de valores dentro da qual a variável analisada é considerada adequada ao desempenho de atividades laborais, sem implicar em prejuízos à saúde, a determinação dos **limites toleráveis** se baseia em normas regulamentadoras, normas técnicas e literatura consolidada em ergonomia (BRASIL, 2025; FUNDACENTRO, 2018).

Para temperatura, tomou-se como base a Norma Regulamentadora nº 17 (BRASIL, 2025), que em seu item 17.8.4.2, dispõe que ambientes climatizados devem ser mantidos entre 18 °C e 25 °C:

- $x_{min} = 18 \text{ °C}$;
- $x_{max} = 25 \text{ °C}$;

Para ruído, adotou-se o disposto na ABNT NBR 10152 (BRASIL, 2017), em sua Tabela 3, considerando valores de referência para ambientes de escritório a considerar período típico de uso (RL_{Aeq}), tomando como referência salas de reunião, escritórios privativos e escritórios coletivos:

- $x_{min} = 35 \text{ dB(A)}$;
- $x_{max} = 45 \text{ dB(A)}$;

Para iluminação, conforme a Norma de Higiene Ocupacional nº 11 (FUNDACENTRO, 2018), atividades de leitura, escrita e processamento de dados requerem iluminância mínima de 500 lux. Não sendo estabelecido um valor máximo de iluminância, toma-se como base a Escala de Iluminância apresentada pela ABNT NBR ISO/CIE 8995-1, item 4.3.2 (BRASIL, 2013), na qual o nível imediatamente superior aos 500 lux (recomendados para escritórios) é 750 lux.

De forma complementar, o item 4.3.1 permite o ajuste de um nível acima na escala quando a tarefa exigir maior precisão visual, enquanto o item 4.4 alerta que iluminâncias excessivas podem gerar desconforto visual e ofuscamento. Assim, considera-se:

- $x_{min} = 500 \text{ lux};$
- $x_{max} = 750 \text{ lux};$

Representando os limites admissíveis, associados a condições potencialmente prejudiciais à saúde do trabalhador, são definidos valores extremos com base em critérios de exposição ocupacional, com orientação dada, principalmente, a partir da Norma Regulamentadora nº 15 (BRASIL, 1978).

Para temperatura, adota-se o Anexo 3 da NR-15 (BRASIL, 1978), estabelecendo limites de tolerância para exposição ao calor. A atividade laboral desenvolvida em escritório se caracteriza por trabalho leve com as mãos, em posição sentada, com taxa metabólica de 126 W.

Em quadro de conversão, presente em norma, tem-se o limite máximo de 32,6 °C para 124 W e de 32,5 °C para 127 W (BRASIL, 1978). Adotou-se o referencial mais restritivo:

- $x_{adm} \text{ (máximo)} = 32,5 \text{ °C};$

Para ruído, observa-se o Anexo 1 da NR-15 (BRASIL, 1978), apresentando valores máximos conforme período de exposição diária permissível. Considerando um período de 8 horas, é estabelecido um limite máximo de 85 dB(A) para preservação auditiva. Assim, tem-se:

- $x_{adm} \text{ (máximo)} = 85 \text{ dB(A)};$

Para iluminação, adotando-se a Norma de Higiene Ocupacional nº 11, é estabelecida iluminância mínima de 200 lux para ambientes nos quais são realizadas tarefas de maneira contínua (FUNDACENTRO, 2018). Em análise à Escala de Iluminância apresentada no item 4.3.2 da ABNT NBR ISO/CIE 8995-1 (BRASIL, 2013), tem-se 200 lux (iluminância mínima conforme NHO-11) dois níveis abaixo de 500 lux (limite tolerável mínimo). De forma análoga, observa-se que a Escala de Iluminância da ABNT NBR ISO/CIE 8995-1 apresenta valores progressivamente superiores ao limite tolerável máximo adotado de 750 lux, sendo os níveis imediatamente superiores 1.000 lux, 1.500 lux e 2.000 lux.

A ABNT NBR ISO/CIE 8995-1 ressalta, ainda, que a qualidade do ambiente luminoso não depende exclusivamente da iluminância média, mas da distribuição de luminâncias no campo visual, da relação entre área da tarefa e entorno imediato, e controle de ofuscamento. Em ambientes de escritório, iluminâncias elevadas aumentam a probabilidade de ocorrência de reflexos, redução do contraste visual e elevação do índice de ofuscamento (UGR), fatores associados ao aumento do esforço visual, fadiga ocular, cefaleias ocupacionais e sobrecarga cognitiva (BRASIL, 2013).

Adotou-se, portanto, o valor de 2.000 lux como limite admissível superior, correspondendo a um nível associado a tarefas de inspeção visual detalhada ou ambientes industriais, e claramente incompatível com ambientes de trabalho predominantemente intelectuais. Assim:

- $x_{adm} \text{ (mínimo)} = 200 \text{ lux}$
- $x_{adm} \text{ (máximo)} = 2.000 \text{ lux}$

Cabe ressaltar que, para as variáveis de temperatura e ruído, não são estabelecidos valores normativos considerados excessivamente baixos (limites admissíveis) para atividade laboral em ambiente de esforço intelectual.

Para a temperatura, valores expressivamente inferiores a 18 °C, embora situados abaixo da faixa usualmente recomendada para conforto térmico, representam condições atípicas e pouco prováveis em ambientes ocupacionais climatizados. Tratando-se da intensidade sonora, valores excessivamente inferiores a 35 dB(A), limite mínimo da faixa tolerável, representariam, efetivamente, um ambiente irreal, porém sem qualquer tipo de impacto ao exercício laboral.

Em posse dos limites toleráveis e limites admissíveis, aplica-se a **Equação 3** para a determinação do desvio máximo admissível d_{max} referente a cada parâmetro analisado. Os resultados obtidos são sumarizados no **Quadro 1**.

Quadro 1 – Limites e desvios máximos admissíveis

Parâmetro	Limites Toleráveis		Limites Admissíveis		Desvio Máximo Admissível	
	x_{min}	x_{max}	$x_{adm} \text{ (mínimo)}$	$x_{adm} \text{ (máximo)}$	d_{max}	d_{max}
Temperatura [°C]	18	25	-	32,5	7,5	
Ruído [dB (A)]	35	45	-	85	40	
Iluminação [lux]	500	750	200	2.000	300 ^[1]	1.250

Fonte: Elaboração própria, 2026. ^[1]Adota-se o valor mais restritivo

3.2.2 Ergonomia do Mobiliário

Diferentemente dos parâmetros físicos mensuráveis por instrumentos, a avaliação de adequação ergonômica do mobiliário apresenta caráter predominantemente qualitativo. Segundo discutido no *Handbook on Constructing Composite Indicators: Methodology and User Guide* (OCDE, 2008), a construção de indicadores compostos frequentemente demanda a integração de variáveis qualitativas e quantitativas em uma mesma estrutura analítica, exigindo procedimentos de codificação e normalização que permitam sua comparabilidade.

Dessa forma, optou-se pela utilização de um formulário estruturado de verificação ergonômica baseado nos requisitos estabelecidos pela Norma Regulamentadora nº 17 (BRASIL, 2025), permitindo transformar critérios qualitativos de adequação em uma métrica padronizada compatível com os demais parâmetros do modelo.

Com base nas diretrizes estabelecidas pela NR-17 (BRASIL, 2025), aplica-se um formulário de verificação (**Anexo I**) avaliando a adequação de cadeiras, mesas, suporte para postura adequada, posicionamento de equipamentos e organização do posto de trabalho. Para cada item avaliado, é atribuída uma pontuação segundo três possibilidades de atendimento (**Quadro 2**).

Quadro 2 – Sistema de pontuação adotado

Situação Observada	Pontuação Atribuída
Não Atende	0 pontos
Atende Parcialmente	0,5 pontos
Atende Totalmente	1 ponto

Fonte: Elaboração própria, 2026.

A adoção de uma escala ordinal simplificada busca reduzir subjetividades excessivas no processo de avaliação, além de favorecer a reprodutibilidade da aplicação, aspecto recomendado pela OCDE na construção de indicadores compostos (OCDE, 2008). A pontuação total obtida através do formulário é normalizada para uma escala de 0 a 10 conforme a pontuação p obtida:

$$N_{MOB} = 10 \cdot \frac{p}{p_{max}} \quad (\text{adaptado de OCDE, 2008}) \quad [9]$$

Sendo:

N_{mob} o Índice Numérico Padronizado referente à ergonomia do mobiliário;

p a pontuação obtida no formulário;

p_{max} a pontuação máxima possível para o formulário;

3.2.3 Síndrome de *Burnout*

De maneira distinta das variáveis anteriormente abordadas, a Síndrome de *Burnout* não se manifesta como uma grandeza diretamente mensurável, mas como uma condição psicossocial observável em indivíduos dentro de uma população, portanto, com um caráter epidemiológico (MASLACH *et al.*, 2001).

Partindo dessa premissa fundamental, sua avaliação foi estruturada em lógica de prevalência populacional, na qual busca-se identificar o número de casos ocorrentes entre os membros da população sob análise, posteriormente integrada ao modelo de indicadores compostos (OCDE, 2008). Optou-se, portanto, pelo uso de um instrumento validado para a identificação da Síndrome de *Burnout*.

Sendo uma variação do já difundido *Maslach Burnout Inventory* (MBI), foi adotado o *Oldenburg Burnout Inventory* (OLBI), por tratar-se de uma versão adaptada e validada, sem o requerimento de obtenção de licenças para aplicação em pesquisas acadêmicas.

A adoção do OLBI para o presente estudo se por sua validação bem fundamentada, aplicação já difundida em estudos acerca do tema e por permitir a graduação da tendência à Síndrome em diferentes níveis a partir de duas dimensões principais, sendo a Exaustão (relacionada ao desgaste físico, emocional e cognitivo) e o Desengajamento (associado ao distanciamento psicológico e perda de interesse nas atividades desenvolvidas), permitindo maior detalhamento a ser agregado à ferramenta em desenvolvimento no presente estudo (DEMEROUTI *et al.*, 2003).

O instrumento se baseia na aplicação de um questionário estruturado em escala Likert de 4 pontos (Anexo II, SCHUSTER; DIAS, 2015), composto por afirmações relacionadas ao contexto de trabalho, permitindo a mensuração de aspectos associados ao *Burnout*. As respostas fornecidas são convertidas em valores numéricos, representando níveis crescentes de concordância com as afirmações apresentadas (DEMEROUTI *et al.*, 2003).

Para fins de aplicação do instrumento em ambientes reais, considera-se que a obtenção dos dados psicossociais deve ocorrer junto a um conjunto de respondentes capaz de representar adequadamente a composição do ambiente laboral analisado. Tal procedimento busca reduzir distorções na estimativa da tendência à Síndrome de *Burnout* no grupo avaliado, preservando a consistência analítica do indicador psicossocial.

Ressalta-se que o instrumento apresenta afirmações de natureza positiva e negativa. Enquanto alguns itens são formulados de modo que a concordância indica maior inclinação ao *Burnout*, outros são estruturados de forma inversa, de modo em que a concordância representa menor inclinação ao fenômeno. A estrutura adotada tem o objetivo de reduzir vieses de resposta, como a tendência à concordância automática, além de estimular uma avaliação mais atenta por parte do respondente.

Dessa forma, torna-se necessária a padronização da direção dos itens, garantindo que todos contribuam de maneira consistente para a mensuração das dimensões analisadas. Portanto, os itens de natureza positiva são submetidos a um processo de inversão de escala conforme a equação, onde X representa o valor original da resposta e X' o valor ajustado:

$$X' = 5 - X \text{ (adaptado de DEMEROUTI et al., 2003)} \quad [10]$$

Após a transformação, todos os itens passam a possuir a mesma orientação interpretativa, na qual valores mais elevados (mais próximos a 4) indicam maior inclinação ao *Burnout*.

Partindo dos valores ajustados (**Anexo III**), são calculados os escores para as dimensões analisadas, sendo Exaustão (E) e Desengajamento (D), para os quais os valores resultantes pertencem ao intervalo contínuo [1,4]:

$$E = \frac{\sum X_i}{n_E} \text{ (adaptado de DEMEROUTI et al., 2003)} \quad [11]$$

$$D = \frac{\sum X_i}{n_D} \text{ (adaptado de DEMEROUTI et al., 2003)} \quad [12]$$

Sendo:

X_i : Valor ajustado dos itens referentes às afirmações do questionário.

n_E : Número de itens no questionário referentes à exaustão.

n_D : Número de itens no questionário referentes ao desengajamento.

Os escores obtidos, para cada indivíduo respondente, representam o nível médio de concordância com as afirmações associadas, sendo que valores próximos a 1 indicam baixa inclinação e valores próximos a 4 indicam alta inclinação.

Considerando a ausência de pontos de corte padronizados na literatura para a OLBI, foi adotado um critério de categorização exploratório, baseado na divisão uniforme do intervalo da escala em três faixas de mesma amplitude (OCDE, 2008). Dessa forma, definem-se as seguintes categorias de tendência à Síndrome de *Burnout*:

- Baixa (B): $1.00 \leq E \text{ ou } D < 2.00$
- Média (M): $2.00 \leq E \text{ ou } D < 3.00$
- Alta (A): $3.00 \leq E \text{ ou } D \leq 4.00$

Esse critério foi aplicado individualmente às dimensões de exaustão e desengajamento, permitindo a classificação do nível de tendência ao burnout. Ressalta-se que tal categorização possui caráter analítico e exploratório, **não correspondendo a um diagnóstico clínico**, mas sim a uma forma de discretização dos escores para fins de modelagem.

Partindo da aplicação do OLBI na forma de um questionário individual (**Anexo II**), serão contabilizadas a quantidade de indivíduos classificados em nível baixo (Q_B), nível moderado (Q_M) e nível alto (Q_A) de tendência à Síndrome de *Burnout*, para ambas as dimensões. Posteriormente, serão comparados ao total de indivíduos respondentes (Q_T) para definição de um índice de prevalência ponderada da Síndrome de *Burnout* (I_B).

$$I_B = \frac{(0 \cdot Q_B) + (0,5 \cdot Q_M) + (1 \cdot Q_A)}{Q_T} \quad (\text{adaptado de OCDE, 2008}) \quad [13]$$

Nesse contexto, trabalhadores classificados com baixo nível de *Burnout* receberão peso nulo, por não representarem manifestação significativa da síndrome. Casos moderados receberão peso intermediário, enquanto casos classificados como severos receberão peso unitário, refletindo maior impacto sobre a saúde ocupacional do grupo analisado.

O índice I_B assume valores no intervalo $[0,1]$, sendo que valores próximos de zero indicam baixa prevalência de Burnout no ambiente analisado, e valores próximos de um indicam elevada ocorrência de casos relevantes (moderados ou severos) entre os trabalhadores.

A fim de compatibilizar o índice I_B à métrica adotada ao Índice Numérico Padronizado (N), no qual cenários favoráveis assumem valores próximos a 10 e desfavoráveis próximos a 0, realiza-se a transformação linear:

$$N_B = 10 \cdot (1 - I_B) \quad (\text{adaptado de OCDE, 2008}) \quad [14]$$

Assim, a tendência a casos relevantes da Síndrome de Burnout no ambiente analisado se torna compatível à avaliação proposta pela ferramenta em desenvolvimento.

Por fim, seguindo o método descrito, encontra-se o Índice Numérico Padronizado para o Burnout a partir da análise da Exaustão (N_{BE}) e do Desengajamento (N_{BD}).

3.3 Índice Geral (N_G)

Nas subseções anteriores foram definidos os Índices Numéricos Padronizados associados a cada variável considerada no modelo: temperatura (N_t), ruído (N_r), iluminação (N_i), qualidade do mobiliário (N_{mob}) e índice associado ao *Burnout* (N_b). Cada um desses índices foi estruturado de forma a representar, em escala padronizada, o grau de adequação das condições avaliadas em relação aos parâmetros de referência definidos para ambientes de trabalho intelectual.

A padronização prévia dessas variáveis constitui etapa essencial na construção de indicadores compostos, uma vez que viabiliza a comparabilidade entre dimensões originalmente heterogêneas, conforme diretrizes no manual *Handbook on Constructing Composite Indicators: Methodology and User Guide* da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE, 2008).

Embora a análise individual de cada variável permita identificar aspectos específicos das condições ambientais, a avaliação integrada torna-se necessária para representar de forma sintética o desempenho global do ambiente de trabalho. A construção de um índice geral permite consolidar as diferentes dimensões avaliadas em uma única métrica, facilitando a interpretação dos resultados e possibilitando a comparação entre diferentes ambientes ou cenários analisados (OCDE, 2008).

Sendo recomendável a agregação de índices com adoção de importâncias relativas entre as variáveis, possibilitando explicitar seus efeitos de compensação (OCDE, 2008), optou-se por estruturar o Índice Geral (N_G) a partir da distinção entre duas dimensões principais: ambiental (física) através do Índice Ambiental (N_A) e psicossocial, com o Índice Psicossocial (N_P).

$$N_G = 0,5 \cdot N_A + 0,5 \cdot N_P \text{ (adaptado de OCDE, 2008)} \quad [15]$$

A adoção de pesos equivalentes entre as dimensões ambiental e psicossocial fundamenta-se na premissa de que ambas exercem influência significativa e complementar sobre o desempenho e o bem-estar em atividades intelectuais. Na ausência de evidências empíricas que justifiquem a priorização de uma dimensão em detrimento da outra, a atribuição de pesos iguais configura uma escolha metodológica consistente e alinhada às recomendações da OCDE para situações em que não há base robusta para diferenciação (OCDE, 2008).

Ainda conforme o referencial, a estrutura de agregação deve ser flexível, permitindo futuras análises de sensibilidade quanto à atribuição de pesos (OCDE, 2008). Dessa forma, o modelo é generalizado como:

$$N_G = \frac{\omega_A \cdot N_A + \omega_P \cdot N_P}{\omega_A + \omega_P} \text{ (adaptado de OCDE, 2008)} \quad [16]$$

em que ω_A é o peso associado à dimensão ambiental e ω_P é o peso associado à dimensão psicossocial.

Como incremento para o processo de diagnóstico proposto pela ferramenta, a etapa intermediária de estabelecimento de N_A e N_P tem como objetivo promover um tratamento analítico ainda segregado pelo caráter das variáveis observadas. Esse ponto é principalmente relevante para subsidiar futuras análises de interação entre as variáveis empregadas, embora também contribua para tornar o processo classificatório mais detalhado.

3.3.1 Índice Ambiental (N_A)

O Índice Ambiental (N_A) é definido a partir da agregação dos índices associados às variáveis físicas consideradas no modelo, sendo estas: temperatura (N_t), ruído (N_r), iluminação (N_i) e qualidade do mobiliário (N_{mob}). Considerando a padronização prévia desses parâmetros, o índice ambiental é obtido por meio da média aritmética simples, conforme apresentado:

$$N_A = \frac{N_t + N_r + N_i + N_{mob}}{4} \quad (\text{adaptado de OCDE, 2008}) \quad [17]$$

A adoção da média aritmética como forma de agregação fundamenta-se na equivalência de escala entre os índices individuais, permitindo que cada variável contribua de forma proporcional para o resultado. Dessa forma, o índice ambiental representa uma medida global da adequação das condições físicas do ambiente de trabalho.

3.3.2 Índice Psicossocial (N_P)

O Índice Psicossocial (N_P) é representado, no modelo proposto, pelos indicadores associados à avaliação do burnout a partir da Exaustão (N_{BE}) e do Desengajamento (N_{BD}), assumindo contribuição equivalente entre as duas dimensões abordadas. Assim, tem-se:

$$N_P = \frac{N_{BE} + N_{BD}}{2} \quad (\text{adaptado de OCDE, 2008}) \quad [18]$$

A adoção equalitária das dimensões para determinação do índice psicossocial se justifica pelo fato de ambas refletirem, de forma integrada, os efeitos de fatores emocionais da Síndrome de *Burnout* sobre o trabalhador dentro da proposta do presente estudo (abrangendo sintomas de depressão e ansiedade). Considerando potenciais adaptações ou expansões do presente modelo em elaboração, o Índice Psicossocial passaria a abranger diferentes contribuições e, portanto, ponderações para as dimensões analisadas (Exaustão e Desengajamento).

3.3.3 Interpretação dos Índices Compostos

A partir da definição dos índices parciais, o Índice Geral (N_G) assume valores dentro da mesma escala padronizada adotada para os demais parâmetros, permitindo interpretação direta dos resultados. Valores mais elevados de N_G indicam maior proximidade das condições ideais de trabalho, considerando simultaneamente os aspectos físicos e psicossociais, enquanto valores reduzidos refletem maior afastamento dessas condições.

A estrutura adotada permite, além da análise do valor global, a decomposição do índice em suas componentes ambiental e psicossocial, possibilitando a identificação de eventuais discrepâncias entre as condições físicas do ambiente e o estado de saúde mental dos trabalhadores.

Nesse contexto, a análise conjunta dos índices N_A e N_P permite investigar não apenas o desempenho global do ambiente de trabalho, mas também a relação entre as condições ambientais e a manifestação de sintomas associados ao burnout. Tal abordagem possibilita a identificação de padrões de correlação entre os parâmetros físicos e psicossociais, contribuindo para uma compreensão mais aprofundada dos fatores que influenciam o bem-estar no ambiente laboral.

Para fins de classificação, para os índices N_A , N_P e N_G , sugere-se adotar a escala apresentada no **Quadro 3**.

Quadro 3 – Critérios de Interpretação para os Índices Compostos

Índice	Classificação	Interpretação
0	Totalmente inadequado	Condições críticas, incompatíveis com o desempenho de atividades intelectuais.
1	Extremamente inadequado	Ambiente severamente desfavorável, com múltiplos fatores de risco.
2	Muito inadequado	Condições amplamente insatisfatórias, com impacto significativo sobre o bem-estar.
3	Inadequado	Ambiente com deficiências relevantes, exigindo intervenções corretivas prioritárias.
4	Pouco adequado	Presença de limitações importantes, podendo comprometer o desempenho ao longo do tempo.
5	Regular	Condições intermediárias, com equilíbrio instável entre adequação e inadequação.
6	Moderadamente adequado	Ambiente funcional, com oportunidades claras de melhoria.
7	Adequado	Condições satisfatórias para o desempenho das atividades, com pequenos ajustes recomendáveis.
8	Muito adequado	Ambiente bem estruturado, com alto nível de conformidade às condições ideais.
9	Altamente adequado	Condições próximas do ideal, com potencial de desempenho elevado.
10	Totalmente adequado	Condições ideais de trabalho, plenamente compatíveis com conforto, desempenho e bem-estar.

Fonte: Elaboração própria, 2026.

4 ESTRUTURA OPERACIONAL DO MODELO

A aplicação do modelo proposto requer a obtenção de dados relativos às variáveis ambientais e psicossociais consideradas, bem como sua posterior organização e processamento para determinação dos Índices Numéricos Padronizados e do Índice Geral.

Para a aplicação em ambientes reais de trabalho, essa etapa pressupõe a definição de procedimentos de coleta compatíveis com a composição do ambiente avaliado, de modo que, especialmente no caso dos dados psicossociais, os participantes representem adequadamente o conjunto de trabalhadores analisado.

Além disso, a condução dessa etapa deve observar considerações éticas e legais aplicáveis à pesquisa envolvendo trabalhadores e dados de natureza psicossocial. Nesta seção, apresenta-se uma proposta de estrutura para coleta, tratamento e organização das informações, com o objetivo de garantir a reprodutibilidade da metodologia e facilitar sua aplicação em ambientes reais de trabalho.

4.1 Definição dos participantes e representatividade da aplicação

Para aplicação do modelo em ambientes reais de trabalho, a obtenção dos dados psicossociais requer a definição prévia do conjunto de participantes a ser incluído na aplicação do instrumento. Considerando que a avaliação proposta busca representar as condições do ambiente laboral analisado, recomenda-se que os respondentes do questionário componham um grupo compatível com a estrutura funcional do ambiente sob estudo, de modo a contemplar, sempre que pertinente, diferentes setores, funções, turnos ou perfis de permanência no local de trabalho.

Sempre que operacionalmente viável, recomenda-se a participação da totalidade dos trabalhadores vinculados ao ambiente avaliado. Quando isso não for possível, a aplicação deve ser conduzida com um conjunto de participantes que preserve, de forma proporcional, a composição do grupo analisado, a fim de reduzir distorções na estimativa do índice psicossocial e favorecer a consistência analítica dos resultados obtidos.

Ressalta-se que, no presente estudo, a representatividade da aplicação é compreendida em termos de correspondência entre o grupo respondente e a composição do ambiente laboral avaliado, não estando vinculada a procedimento formal de dimensionamento estatístico amostral. Dessa forma, a definição dos participantes deve priorizar a aderência às características do ambiente analisado e a viabilidade operacional da coleta, em consonância com os objetivos da metodologia proposta.

4.2 Coleta e Estruturação de Dados

A abordagem adotada prioriza simplicidade operacional e acessibilidade, de modo a permitir sua utilização mesmo em contextos com recursos limitados, sem prejuízo da consistência técnica do modelo. Para isso, a estrutura de coleta foi desenvolvida com base em procedimentos amplamente consolidados em normas regulamentadoras, referenciais de higiene ocupacional e literatura ergonômica aplicável (BRASIL, 2025; FUNDACENTRO, 2001; FUNDACENTRO, 2018).

4.2.1 Coleta de Variáveis Físicas

As variáveis físicas consideradas no modelo devem ser obtidas por meio de medições diretas no ambiente de trabalho, utilizando instrumentos adequados às grandezas analisadas.

Recomenda-se que as medições sejam realizadas em condições representativas da rotina operacional do ambiente avaliado, considerando períodos típicos de funcionamento e evitando situações atípicas que possam comprometer a representatividade dos dados coletados. Sempre que possível, devem ser observados os critérios gerais de avaliação ambiental presentes em normas técnicas e referenciais de higiene ocupacional, especialmente no que se refere ao posicionamento dos instrumentos, condições de exposição e variabilidade temporal das medições (FUNDACENTRO, 2001; FUNDACENTRO, 2018). Em relação aos instrumentos para realização das coletas, tem-se o uso de termômetro digital para temperatura, decibelímetro para medição de ruído e luxímetro para nível de iluminação.

Para fins de aplicação do modelo, recomenda-se a realização de múltiplas medições ao longo da jornada de trabalho, permitindo a obtenção de valores médios representativos das condições ambientais observadas e reduzindo a influência de variações pontuais.

No caso da iluminância, recomenda-se que as medições sejam realizadas preferencialmente no plano de trabalho correspondente à execução das atividades analisadas, conforme práticas usuais de avaliação ergonômica e de higiene ocupacional (FUNDACENTRO, 2018).

4.2.2 Dados de Mobiliário

A avaliação da qualidade do mobiliário é realizada por meio da aplicação de um checklist estruturado, elaborado com base nos requisitos da Norma Regulamentadora nº 17 para atividades executadas em posição sentada (BRASIL, 2025), apresentado no **Anexo I**, cuja construção metodológica foi descrita na subseção 3.2.2 do presente estudo.

A utilização de um formulário estruturado busca garantir maior padronização na coleta das informações ergonômicas, permitindo a transformação de critérios predominantemente qualitativos em parâmetros comparáveis dentro da lógica de normalização adotada pelo modelo (OCDE, 2008).

4.2.3 Dados Psicossociais

A avaliação do índice psicossocial é realizada por meio da aplicação de instrumento para mensuração de índices de *Burnout*, sendo adotado no presente estudo o *Oldenburg Burnout Inventory* (OLBI), em sua versão traduzida para o português e validada (SCHUSTER; DIAS, 2015).

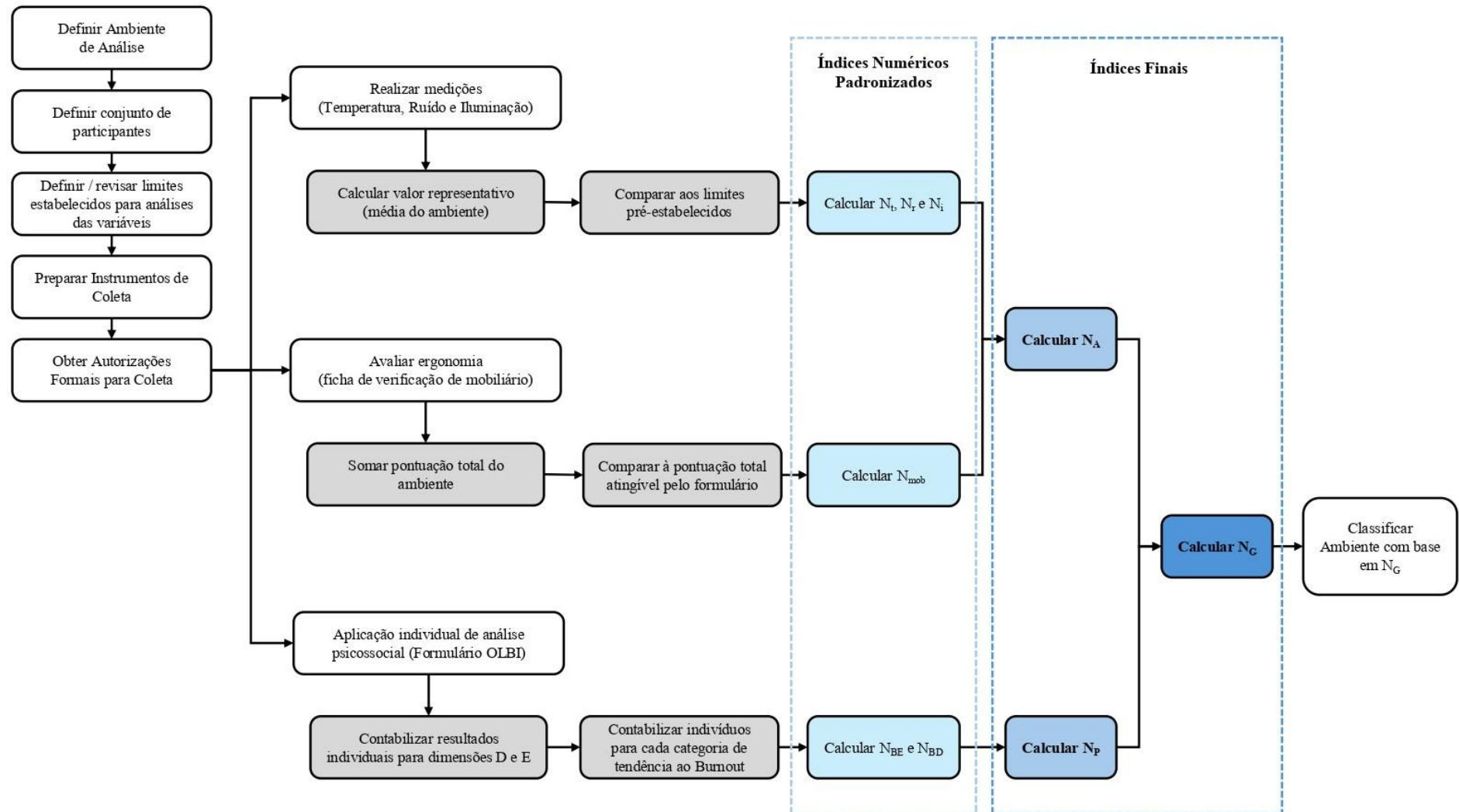
O instrumento deve ser aplicado aos trabalhadores em condições que garantam confidencialidade e espontaneidade das respostas, de modo a assegurar a confiabilidade dos dados obtidos. É cabível reforçar que o presente modelo não possui caráter de diagnóstico e não substitui avaliação psicológica ou psiquiátrica individual, apenas abordando a tendência da ocorrência do *Burnout* através da ocorrência de indícios e sintomas.

Os resultados individuais são posteriormente tratados de acordo com a metodologia definida, sendo registrados o número de trabalhadores totais no ambiente (Q_T), bem como a quantidade classificada em cada nível de tendência à Síndrome de *Burnout* (Q_B , Q_M , Q_A), permitindo sua integração ao modelo proposto. Os dados coletados devem ser tratados de forma anonimizada, observando os princípios éticos e legais aplicáveis à pesquisa envolvendo seres humanos, conforme discutido na subseção 4.5.

4.3 Fluxo Operacional do Modelo

Com o objetivo de consolidar a aplicação do modelo proposto, apresenta-se sua estrutura operacional, sendo descritas de forma sequencial as etapas necessárias para os processamentos e obtenção dos parâmetros de análise do instrumento (**Figura 2**).

Figura 2 – Estrutura Operacional do Modelo



Fonte: Elaboração própria, 2026.

4.4 Organização de Dados Coletados

Para aplicação do modelo em sua forma mais simples, recomenda-se a utilização de planilhas eletrônicas, nas quais cada linha representa uma unidade de análise identificada por código, sem associação nominal, e cada coluna corresponde a uma variável coletada.

Como base para a análise, tem-se inicialmente a documentação dos valores de referência a serem adotados para os cálculos subsequentes (**Figura 3**).

Figura 3 – Documentação dos Valores de Referência em estrutura de dados

	A	B	C	D	E	F
1						
2		Parâmetro	Limites Toleráveis		Desvio máximo admissível	
3			<i>Mínimo</i>	<i>Máximo</i>		
4		Temperatura (°C)	18	25	14,53	
5		Ruído (dB)	0	45	40	
6		Iluminação (lux)	500	-	300	
7		Parâmetro	Pontuação Máxima Atingível			
8		Mobiliário (lista)	15			
9						
10						

Fonte: Elaboração própria, 2026.

Posteriormente, tem-se a associação do ambiente aos dados referentes advindos de coleta, seguindo a estrutura base apresentada na **Figura 4**.

Figura 4 – Estrutura de dados de coleta

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1														
2		ID	Temperatura	Ruído	Iluminação	Mobiliário	Burnout							
3			x_t (°C)	x_r (dB)	x_l (lux)	p_{mob}	Q_T	Q_{BE}	Q_{BD}	Q_{ME}	Q_{MD}	Q_{AE}	Q_{AD}	
4														
5														
6														
7														
8														
9														
10														
11														
12														
13														
14														

Fonte: Elaboração própria, 2026.

Conforme estrutura apresentada (**Figura 4**), tem-se:

- ID : Código de identificação do ambiente sob análise.
- x_t : Temperatura medida no ambiente sob análise.
- x_r : Ruído medido no ambiente sob análise.
- x_i : Iluminação medida no ambiente sob análise.
- p_{mob} : Pontuação atingida em aplicação de questionário no ambiente sob análise.
- Q_T : Quantidade total de trabalhadores no ambiente sob análise.
- Q_{BE} : Quantidade de trabalhadores com indicadores baixos de exaustão.
- Q_{BD} : Quantidades de trabalhadores com indicadores baixos de desengajamento.
- Q_{ME} : Quantidade de trabalhadores com indicadores medianos de exaustão.
- Q_{MD} : Quantidade de trabalhadores com indicadores medianos de desengajamento.
- Q_{AE} : Quantidade de trabalhadores com indicadores altos de exaustão.
- Q_{AD} : Quantidade de trabalhadores com indicadores altos de desengajamento.

Em sequência, sugere-se a construção da planilha de dados a partir do cálculo automático dos Índices Numéricos Padronizados e Índices Finais (**Figura 5**).

Figura 5 – Disposição de Índices calculados em estrutura de dados

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1											
2		ID	Índice Numérico Padronizado				Índices Finais				
3			N_t	N_r	N_i	N_{mob}	N_b	N_A	N_B	N_G	
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											

Fonte: Elaboração própria, 2026.

A estrutura (**Figura 5**) apresenta:

- N_t : Índice Numérico Padronizado associado à temperatura.
- N_r : Índice Numérico Padronizado associado ao ruído.
- N_i : Índice Numérico Padronizado associado à iluminação.
- N_{mob} : Índice Numérico Padronizado associado à ergonomia do mobiliário.
- N_b : Índice Numérico Padronizado associado à Síndrome de *Burnout*.
- N_T : Índice Ambiental.
- N_P : Índice Psicossocial.
- N_G : Índice Geral.

A implementação do modelo em planilha eletrônica constitui uma solução acessível e de fácil aplicação, permitindo a operacionalização completa da metodologia sem necessidade de ferramentas especializadas. É possível, ainda, a distribuição dos dados em diferentes abas, seguindo a organização entre parâmetros, dados brutos (variáveis coletadas), cálculos (índices numéricos padronizados) e resultados (índices finais).

A utilização de fórmulas e referências estruturadas permite a automatização do processo de cálculo, reduzindo a possibilidade de erros e aumentando a confiabilidade dos resultados.

Adicionalmente, a parametrização dos limites e coeficientes em abas específicas permite a atualização do modelo sem necessidade de alteração das fórmulas principais, conferindo maior flexibilidade à ferramenta.

4.5 Considerações Éticas e Critérios para Aplicação em Ambientes Reais

A aplicação do modelo proposto em ambientes reais de trabalho requer observância aos princípios éticos e legais relacionados à pesquisa envolvendo seres humanos, especialmente em função da coleta de dados psicossociais associados à Síndrome de Burnout e das informações referentes às condições de trabalho dos indivíduos avaliados (BRASIL, 2007).

A utilização da metodologia em estudos aplicados deve observar as diretrizes estabelecidas pelo Conselho Nacional de Saúde (CNS), em especial a Resolução CNS nº 466/2012 e a Resolução CNS nº 510/2016, que regulamentam pesquisas envolvendo seres humanos nas áreas biomédica, social e comportamental.

Considerando a aplicação de questionários e o tratamento de informações relacionadas ao estado psicossocial dos trabalhadores, recomenda-se que a execução do modelo em ambientes reais esteja vinculada à apreciação prévia por Comitê de Ética em Pesquisa (CEP), conforme diretrizes do sistema CEP/CONEP, especialmente em aplicações destinadas à constituição de banco de dados para pesquisa científica. Recomenda-se ainda a formalização de autorização institucional junto à organização participante da coleta, definindo critérios para acesso ao ambiente, realização das medições e tratamento dos dados obtidos.

A participação dos trabalhadores deve ocorrer de forma voluntária, mediante apresentação e aceite do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), contendo informações acerca dos objetivos da pesquisa, procedimentos de coleta, utilização dos dados, garantia de confidencialidade e possibilidade de desistência a qualquer momento, sem prejuízo aos participantes.

Ressalta-se ainda a necessidade de adoção de mecanismos de anonimização e proteção de dados, especialmente no tratamento das informações psicossociais obtidas por meio do OLBI. O armazenamento e processamento dos dados devem observar os princípios estabelecidos pela Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais, garantindo confidencialidade e utilização restrita às finalidades previstas.

Por fim, destaca-se que o modelo proposto possui finalidade analítica e ocupacional, não apresentando caráter diagnóstico clínico individual, devendo seus resultados serem interpretados exclusivamente como indicadores de tendência e adequação ambiental dentro do contexto metodológico estabelecido no presente estudo.

5 RELAÇÃO ENTRE VARIÁVEIS AMBIENTAIS E ÍNDICE PSICOSSOCIAL (N_P)

A análise da relação entre as variáveis ambientais e o índice psicossocial proposto neste estudo se fundamenta no reconhecimento teórico, estabelecido em literatura, de que as condições físicas do ambiente exercem influência sobre o bem-estar e saúde mental do trabalhador. Diretrizes da Organização Mundial da Saúde (OMS) e da Organização Internacional do Trabalho (OIT) ressaltam a importância da qualidade do ambiente ocupacional como fator determinante para a promoção da saúde mental no trabalho (*Mental Health at Work: policy brief*, 2022).

Do ponto de vista teórico, modelos clássicos da psicologia do trabalho estabelecem que condições ambientais adversas estão associadas ao aumento do estresse ocupacional e à redução do bem-estar. O modelo demanda-controle, proposto por Robert Karasek (1979), demonstra que elevados níveis de exigência combinados ao baixo controle sobre o trabalho tendem a intensificar a tensão psicológica. De forma complementar, o modelo esforço-recompensa, desenvolvido por Johannes Siegrist (1996), indica que o desequilíbrio entre o esforço despendido e as recompensas obtidas está associado a impactos negativos na saúde mental. Esses modelos foram amplamente discutidos e consolidados em revisões posteriores, reforçando a consistência teórica da relação entre condições ambientais e respostas psicossociais (DEMEROUTI *et al.*, 2010; SCHAUFELI, 2015).

Adicionalmente, a teoria da avaliação cognitiva do estresse, proposta por Richard Lazarus e Susan Folkman (1984), destaca que o impacto de condições adversas depende da forma como estas são percebidas e interpretadas pelo indivíduo, evidenciando a existência de variabilidade na resposta psicossocial a um mesmo estímulo ambiental.

Seguindo essa fundamentação teórica, a quantificação da relação entre variáveis ambientais e estado psicossocial depende de dados empíricos obtidos em contextos reais, o que não constitui o objeto do presente estudo. Dessa forma, optou-se por uma **abordagem exploratória** baseada na simulação de cenários, visando avaliar o comportamento do Índice Psicossocial (N_P) em função de variações controladas nos parâmetros ambientais previamente definidos (N_t , N_r , N_i e N_{mob}).

A partir dessa abordagem, cada parâmetro ambiental é variado isoladamente, enquanto os demais são mantidos em condições ideais, tornando-se possível investigar padrões de sensibilidade, sem a pretensão de estabelecer relações causais definitivas, mas fornecendo subsídios para análises futuras em contextos reais de aplicação.

5.1 Formulação da análise

Partindo da análise de sensibilidade proposta, estabelece-se a necessidade de definir uma relação funcional entre as variáveis ambientais e o índice psicossocial. Considerando a ausência de dados empíricos para ajuste de modelos mais complexos, dentro do contexto do presente estudo, optou-se por uma estrutura analítica simples, coerente com os princípios de construção de indicadores compostos, conforme discutido pela OCDE (2008).

Adota-se, portanto, uma formulação matemática baseada no conceito de afastamento em relação às condições ideais, em analogia à lógica de construção dos índices previamente definidos, a fim de representar seu impacto sobre o Índice Psicossocial (N_p).

Considerando que todos os índices numéricos padronizados são expressos em uma escala de 0 a 10, na qual o valor máximo representa a condição ideal, a análise pode ser orientada pela avaliação do afastamento em relação a esse valor de referência. Define-se, assim, um Déficit Ambiental, permitindo uma interpretação sob a óptica de perda de qualidade ambiental associado a cada variável:

$$D_x = 10 - N_x \text{ (adaptado de OCDE, 2008)} \quad [19]$$

Sendo:

D_x : Déficit Ambiental referente à variável sob análise.

N_x : Índice Numérico Padronizado referente à variável sob análise.

Partindo da definição do Déficit Ambiental (D_x), busca-se o estabelecimento de sua relação com N_p , seguindo a base:

$$N_p = f(D_x) \text{ (adaptado de OCDE, 2008)} \quad [20]$$

Tratando-se de uma relação não empiricamente determinada, sua formulação é conduzida a partir da imposição de condições que garantam consistência lógica ao modelo. Inicialmente, considera-se que um ambiente em situação ideal apresenta a condição fundamental $D_x = 0$ (não havendo déficit em relação às condições ambientais), sendo esperadas condições psicossociais também ideais ($N_p = 10$).

De forma análoga, um cenário de máxima inadequação ambiental ($D_x = 10$) está associado a condições psicossociais mínimas ($N_p = 0$).

Adicionalmente, assume-se que o aumento do déficit ambiental implica redução do índice psicossocial, caracterizando uma relação monotonicamente decrescente, consistente com a literatura de estresse ocupacional (KARASEK, 1979; SIEGRIST, 1996; SCHAUFELI, 2015). Sendo assim, a variação do índice psicossocial em relação à condição ideal é inversamente proporcional ao déficit ambiental:

$$\Delta N_p = -\alpha D_x \text{ (adaptado de OCDE, 2008)} \quad [21]$$

Diante dessas condições, e considerando o caráter exploratório do estudo, opta-se por modelar a relação por meio de uma função linear. Tal escolha é justificada por sua simplicidade, interpretabilidade e ampla utilização em modelagens iniciais, além de sua capacidade de representar, por aproximação de primeira ordem, comportamentos potencialmente não lineares em intervalos limitados. Portanto, define-se:

$$N_p = 10 - \alpha_x \cdot D_x \text{ (adaptado de OCDE, 2008)} \quad [22]$$

Sendo:

N_p : Índice Psicossocial

D_x : Déficit Ambiental referente à variável sob análise.

α_x : Coeficiente de Sensibilidade referente à variável sob análise.

A equação proposta representa uma função afim em relação a D_x , cuja inclinação é determinada pelo coeficiente α_x . Assim, o modelo pode ser interpretado como uma família de funções lineares parametrizadas, na qual diferentes valores de α_x correspondem a diferentes níveis de sensibilidade do sistema.

O denominado Coeficiente de Sensibilidade (α_x) atua como fator de modulação da resposta psicossocial diante das variações ambientais, permitindo representar, ainda que de forma simplificada, a variabilidade interindividual descrita em literatura para cada parâmetro físico adotado no modelo, especialmente no âmbito da avaliação cognitiva do estresse em ambiente laboral (LAZARUS; FOLKMAN, 1984; SCHAUFELI, 2015).

Dessa forma, o Coeficiente de Sensibilidade (α_x) se mostra o ponto chave para análise da relação entre variáveis ambientais e Índice Psicossocial dentro do presente estudo, permitindo identificar a percepção qualitativa do impacto de fatores físicos sobre a saúde psicológica do trabalhador (considerando os limites estabelecidos para o presente modelo).

5.2 Limitações inerentes à formulação

A principal limitação da formulação adotada reside em sua natureza simplificada, que assume uma relação proporcional direta (representada por formulação linear) entre o déficit ambiental e o impacto psicossocial. Em situações não simuladas, é possível (e esperado) que diferentes variáveis apresentem comportamentos não lineares, com efeitos mais intensos em determinadas faixas de variação ou interações entre si.

No entanto, tais aspectos não são considerados no presente modelo, sendo tratados como oportunidades de aprimoramento em estudos futuros, mediante aplicação da ferramenta de avaliação para construção de banco de dados empíricos, permitindo calibração mais precisa das relações estabelecidas. Ainda assim, a abordagem adotada se mostra adequada para o objetivo exploratório do presente trabalho, permitindo uma análise estruturada do comportamento do modelo proposto.

5.3 Definição dos Coeficientes de Sensibilidade

Os Coeficientes de Sensibilidade (α_x) representam parâmetros de ajuste destinados a modelar a intensidade relativa da influência das variáveis ambientais sobre o índice psicossocial proposto no presente estudo. Diferentemente de parâmetros obtidos por calibração estatística ou regressão empírica, os coeficientes adotados possuem caráter teórico-exploratório, sendo definidos a partir da interpretação qualitativa da literatura ergonômica e ocupacional acerca dos efeitos das condições ambientais sobre o desempenho cognitivo, o conforto e o desgaste ocupacional (GRANDJEAN, 1988; IIDA, 2005).

Nesse contexto, os coeficientes não devem ser interpretados como constantes absolutas ou universais, mas sim como fatores paramétricos utilizados para representar diferentes intensidades de influência entre as variáveis físicas e os indicadores psicossociais. A adoção dessa abordagem está alinhada ao caráter exploratório do modelo proposto, permitindo investigar como alterações nas condições ambientais podem afetar a dinâmica geral do sistema analisado.

A utilização de parâmetros de sensibilidade em modelos analíticos é amplamente empregada em estudos de simulação e modelagem multicritério, especialmente em contextos nos quais ainda não existem bases empíricas suficientemente robustas para definição estatística dos pesos adotados (SALTELLI et al., 2008). Conforme discutido pelos autores, a análise de sensibilidade constitui ferramenta relevante para avaliação da robustez de modelos, permitindo verificar o comportamento das saídas frente a variações nos parâmetros de entrada.

Para a análise principal do presente estudo, foram adotados os coeficientes apresentados no **Quadro 4**.

Quadro 4 – Coeficientes de Sensibilidade

Variável	Coeficiente (α)	Justificativa
Temperatura (N_t)	0,6	Desconforto térmico progressivo
Ruído (N_r)	0,7	Impacto direto na concentração
Iluminação (N_i)	0,4	Esforço visual gradual
Mobiliário (N_{mob})	0,5	Fadiga física cumulativa

Fonte: Elaboração própria, 2026.

A atribuição relativa desses coeficientes fundamenta-se na interpretação qualitativa da literatura ergonômica. Ambientes com elevados níveis de ruído tendem a produzir efeitos mais imediatos sobre atenção, concentração e processamento cognitivo, justificando maior coeficiente de sensibilidade (KROEMER; GRANDJEAN, 1997). Em contrapartida, variáveis como temperatura e iluminação normalmente apresentam efeitos progressivos e cumulativos, associados à fadiga, desconforto e redução gradual do desempenho cognitivo (IIDA, 2005). O mobiliário, por sua vez, ocupa posição intermediária, estando relacionado ao desconforto postural e ao desenvolvimento progressivo de fadiga musculoesquelética (BRASIL, 2025; IIDA, 2005).

Considerando o caráter não empírico dos coeficientes adotados, optou-se por complementar a análise mediante avaliação de cenários de sensibilidade, permitindo verificar o comportamento do modelo frente a diferentes hipóteses de influência das variáveis ambientais:

- Conservador – baixos impactos: considera menor influência das variáveis ambientais sobre o índice psicossocial, representando contextos nos quais os trabalhadores apresentam maior capacidade adaptativa ou menor suscetibilidade aos fatores de desconforto presentes no ambiente;
- Intermediário – impactos moderados: representa a condição de referência adotada no presente estudo, assumindo influência moderada das variáveis ambientais sobre o desempenho cognitivo e o bem-estar psicossocial dos trabalhadores;
- Crítico – impactos elevados: considera maior sensibilidade dos indivíduos às condições ambientais, representando cenários nos quais inadequações físicas produzem impactos mais intensos sobre fadiga, concentração, desconforto e sobrecarga psicossocial;

Em complemento à definição dos três cenários distintos, foram atribuídos os coeficientes apresentados no **Quadro 5**.

Quadro 5 – Coeficientes de Sensibilidade para cenários simulados

Variável	Coeficiente (α) CONSERVADOR	Coeficiente (α) INTERMEDIÁRIO	Coeficiente (α) CRÍTICO
Temperatura (N_i)	0,4	0,6	0,8
Ruído (N_r)	0,5	0,7	0,9
Iluminação (N_i)	0,2	0,4	0,6
Mobiliário (N_{mob})	0,3	0,5	0,7

Fonte: Elaboração própria, 2026.

A adoção de múltiplos cenários permite reduzir a dependência do modelo em relação a uma única configuração paramétrica, ampliando sua robustez analítica e sua capacidade exploratória. Conforme discutido por Saltelli *et al.* (2008), a análise de sensibilidade possibilita identificar o grau de influência exercido pelos parâmetros do modelo sobre os resultados obtidos, contribuindo para a interpretação da estabilidade e consistência da estrutura proposta.

6 RESULTADOS E ANÁLISES

A presente seção se concentra na análise do comportamento do modelo frente à variação dos parâmetros de entrada, não apenas sob a perspectiva descritiva dos resultados obtidos, mas também buscando interpretar os padrões observados à luz da estrutura matemática previamente definida.

Dessa forma, os resultados apresentados são discutidos em conjunto com suas implicações teóricas, permitindo avaliar a consistência do modelo, suas limitações e seu potencial de aplicação em contextos reais.

6.1 Considerações sobre a simulação de Índices Numéricos Padronizados

Considerando a estrutura metodológica adotada no presente estudo, optou-se por não realizar a simulação direta dos cálculos dos Índices Numéricos Padronizados (N_x) a partir de valores físicos específicos de temperatura, ruído e iluminação.

Essa decisão fundamenta-se no fato de que os procedimentos de cálculo desses índices já foram integralmente definidos e detalhados nas seções anteriores, incluindo a determinação de limites admissíveis, critérios de normalização e formulações matemáticas associadas.

Adicionalmente, a seção 4 apresentou a estrutura operacional para aplicação do modelo, contemplando a coleta de dados e a implementação dos cálculos em ambiente computacional, evidenciando a viabilidade prática de obtenção dos índices a partir de medições reais.

Dessa forma, a reprodução de cálculos simulados para obtenção dos Índices Numéricos Padronizados não agregaria ganho analítico relevante ao presente estudo, podendo resultar em redundância metodológica. Portanto, a análise desenvolvida nesta seção parte diretamente da variação

controlada dos índices N_x em sua escala padronizada (0 a 10), permitindo a investigação do comportamento do modelo de forma mais direta e generalizável, sem dependência de valores físicos específicos.

6.2 Aplicação em cenários simulados

A fim de ilustrar os diferentes impactos dos Coeficientes de Sensibilidade adotados, para os cenários Conservador, Intermediário e Crítico, seus valores foram aplicados aos cálculos do Déficit Ambiental (D_x) e Índice Psicossocial (N_P) em função do Índice Numérico Padronizado (N_x) para cada uma das variáveis físicas adotadas do presente estudo, com variação de um cenário considerado ideal ($N_x = 10$) para um cenário de total inadequação ($N_x = 0$).

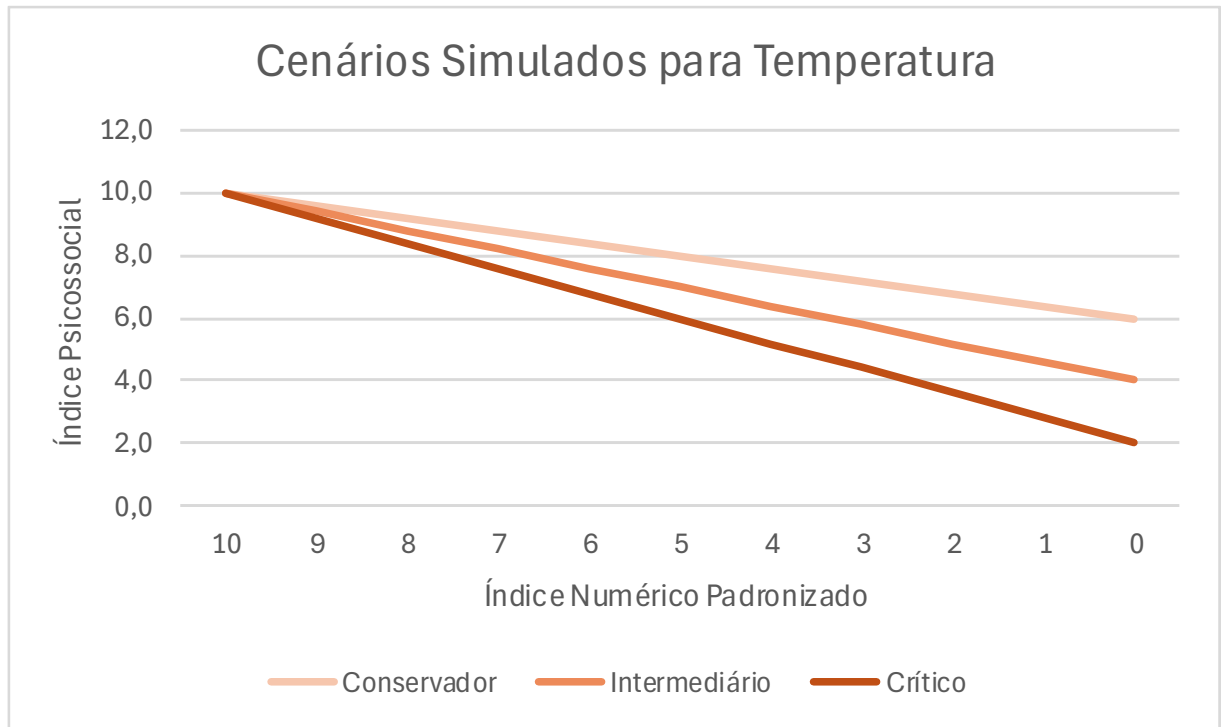
▪ Temperatura

Considerou-se a temperatura como possuindo um impacto entre moderado e alto dentro de um cenário intermediário, levando em consideração o potencial de desconforto térmico progressivo e cumulativo causado em situações dentro de um cenário real. Em cenários simulados, conforme cada Coeficiente de Sensibilidade pré-estabelecido, são apresentados os resultados obtidos (**Quadro 6 e Gráfico 1**).

Quadro 6 – Resultados obtidos para simulação de cenários referentes à temperatura

N_t	D_t	$N_P = 10 - \alpha_t D_t$		
		Conservador ($\alpha_t=0,4$)	Intermediário ($\alpha_t=0,6$)	Crítico ($\alpha_t=0,8$)
10	0	10,0	10,0	10,0
9	1	9,6	9,4	9,2
8	2	9,2	8,8	8,4
7	3	8,8	8,2	7,6
6	4	8,4	7,6	6,8
5	5	8,0	7,0	6,0
4	6	7,6	6,4	5,2
3	7	7,2	5,8	4,4
2	8	6,8	5,2	3,6
1	9	6,4	4,6	2,8
0	10	6,0	4,0	2,0

Fonte: Elaboração própria, 2026.

Gráfico 1 – Resultados obtidos para simulação de cenários referentes à temperatura

Fonte: Elaboração própria, 2026.

Observa-se que, à medida que o índice numérico padronizado de temperatura (N_t) se reduz — indicando maior afastamento da faixa de conforto térmico — ocorre uma diminuição progressiva do Índice Psicossocial (N_p).

Esse comportamento decorre diretamente da formulação adotada no modelo, na qual a variação de NP é proporcional ao déficit ambiental (D_t), conforme a relação linear estabelecida. Dessa forma, a perda de qualidade térmica resulta em uma redução gradual e contínua das condições psicossociais simuladas.

Considerando que a variável temperatura foi modelada com comportamento simétrico em relação à faixa ideal, observa-se que desvios tanto para valores acima quanto abaixo dessa faixa produzem efeitos equivalentes sobre o índice psicossocial, o que se reflete na uniformidade da variação de N_p em função do afastamento em relação ao ideal.

Do ponto de vista conceitual, esse resultado indica que o modelo é capaz de representar o impacto progressivo do desconforto térmico sobre o desempenho psicossocial, ainda que de forma simplificada.

No entanto, destaca-se que a relação linear adotada não contempla possíveis efeitos não lineares observados em situações reais, como zonas de tolerância ou limiares de desconforto mais acentuado, devendo os resultados ser interpretados dentro do caráter exploratório do modelo.

▪ Ruído

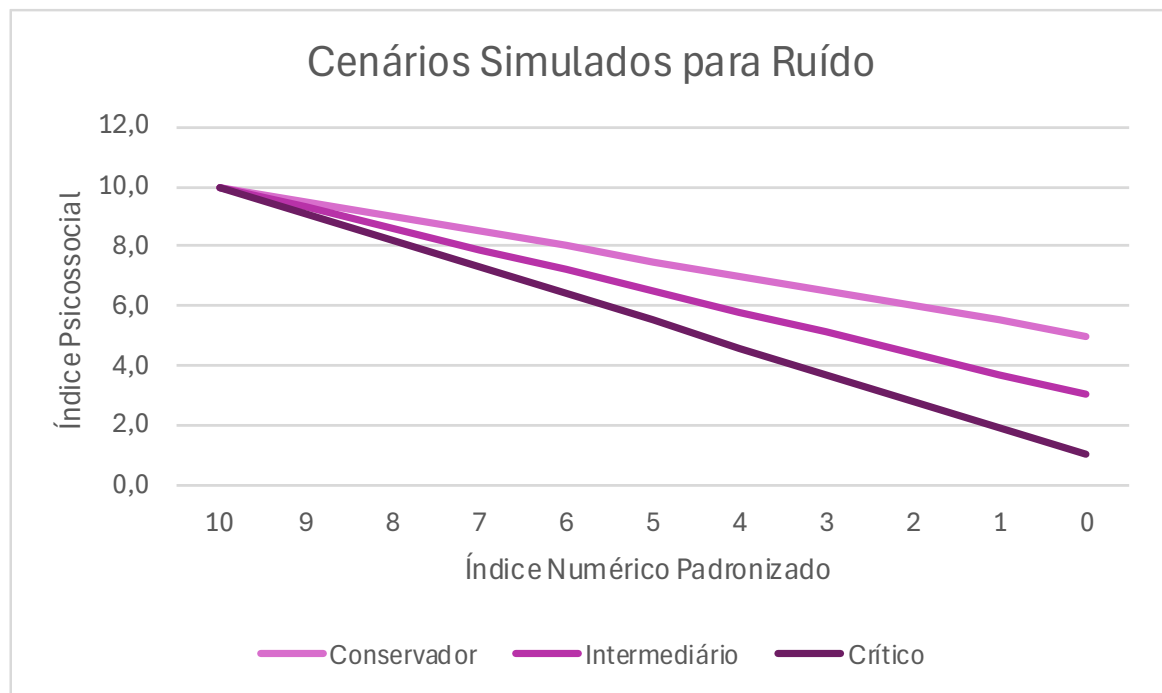
Dentre as variáveis abordadas no presente estudo, o ruído foi tratado como a de maior potencial de impacto, influenciado de forma direta e imediata sobre a capacidade de concentração do indivíduo em exercício do ofício de demanda intelectual. Para os cenários propostos, conforme Coeficientes de Sensibilidade estabelecidos, tem-se o apresentado no **Quadro 7** e **Gráfico 2**.

Quadro 7 – Resultados obtidos para simulação de cenários referentes ao ruído

N _r	D _r	N _p = 10 – α _r D _r		
		Conservador (α _r =0,5)	Intermediário (α _r =0,7)	Crítico (α _r =0,9)
10	0	10,0	10,0	10,0
9	1	9,5	9,3	9,1
8	2	9,0	8,6	8,2
7	3	8,5	7,9	7,3
6	4	8,0	7,2	6,4
5	5	7,5	6,5	5,5
4	6	7,0	5,8	4,6
3	7	6,5	5,1	3,7
2	8	6,0	4,4	2,8
1	9	5,5	3,7	1,9
0	10	5,0	3,0	1,0

Fonte: Elaboração própria, 2026.

Gráfico 2 – Resultados obtidos para simulação de cenários referentes ao ruído



Fonte: Elaboração própria, 2026.

Observa-se que a redução do índice numérico padronizado de ruído (N_r), associada ao aumento dos níveis de pressão sonora acima dos limites considerados adequados, resulta em uma queda progressiva do Índice Psicossocial (N_p).

Esse comportamento está diretamente relacionado à estrutura matemática do modelo, na qual o aumento do déficit ambiental (D_r) implica redução proporcional do índice psicossocial, conforme a relação linear estabelecida.

Diferentemente da temperatura, o ruído apresenta comportamento assimétrico, uma vez que níveis abaixo de determinados limites não geram prejuízos significativos, enquanto o aumento da intensidade sonora está diretamente associado à piora das condições cognitivas e ao aumento do desconforto. Essa característica é refletida no modelo por meio da penalização aplicada apenas para valores acima da faixa considerada ideal.

Observa-se, ainda, que a inclinação da curva de redução do N_p é mais acentuada em comparação a outras variáveis, o que decorre do maior coeficiente de sensibilidade atribuído ao ruído. Tal escolha reflete a interpretação qualitativa de que essa variável exerce impacto mais imediato sobre a concentração e o desempenho cognitivo.

Ressalta-se, entretanto, que essa maior influência decorre da parametrização adotada e não deve ser interpretada como validação empírica de sua predominância em relação às demais variáveis analisadas.

▪ Iluminação

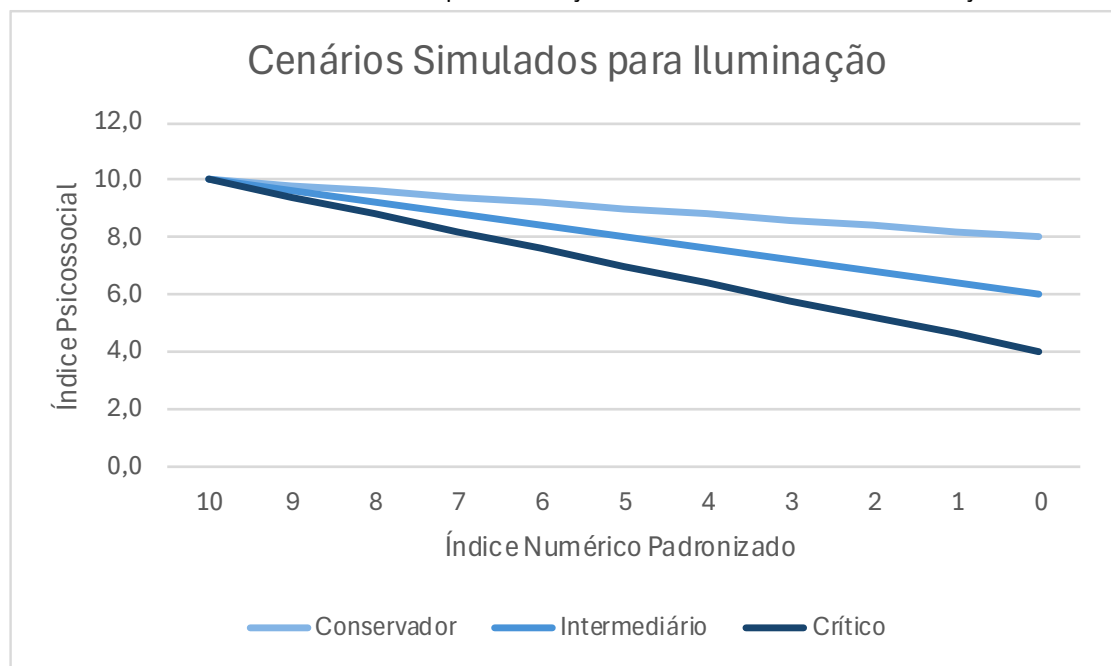
Para iluminação, considerou-se o potencial de impacto menos expressivo dentre as variáveis abrangidas no estudo, levando em conta a ocorrência de um esforço visual gradativo e menos perceptível de forma imediata em ambientes reais, porém sem desconsiderar seu potencial cumulativo. Dentro dos cenários simulados propostos, para os Coeficientes de Sensibilidade, são obtidos os resultados apresentados no **Quadro 8** e **Gráfico 3**.

Quadro 8 – Resultados obtidos para simulação de cenários referentes à iluminação

N _i	D _i	N _P = 10 – α _i D _i		
		Conservador (α _i =0,2)	Intermediário (α _i =0,4)	Crítico (α _i =0,6)
10	0	10,0	10,0	10,0
9	1	9,8	9,6	9,4
8	2	9,6	9,2	8,8
7	3	9,4	8,8	8,2
6	4	9,2	8,4	7,6
5	5	9,0	8,0	7,0
4	6	8,8	7,6	6,4
3	7	8,6	7,2	5,8
2	8	8,4	6,8	5,2
1	9	8,2	6,4	4,6
0	10	8,0	6,0	4,0

Fonte: Elaboração própria, 2026.

Gráfico 3 – Resultados obtidos para simulação de cenários referentes à iluminação



Fonte: Elaboração própria, 2026.

Observa-se que a redução do índice numérico padronizado de iluminação (N_i), associada à diminuição dos níveis de iluminância abaixo da faixa considerada adequada, resulta em uma queda progressiva do Índice Psicossocial (N_p).

Esse comportamento é consistente com a formulação do modelo, na qual o aumento do déficit ambiental (D_i) provoca uma redução proporcional do índice psicossocial, conforme a relação linear estabelecida.

A variável iluminação apresenta comportamento assimétrico, no qual valores abaixo do ideal são penalizados de forma progressiva, enquanto níveis superiores, dentro de limites razoáveis, não geram prejuízos significativos no contexto do modelo. Essa característica reflete a associação entre baixos níveis de iluminação, aumento do esforço visual e fadiga ocular.

Observa-se que a variação de N_p ocorre de forma mais gradual em comparação a outras variáveis, o que está relacionado ao menor coeficiente de sensibilidade atribuído à iluminação. Tal escolha reflete a interpretação de que seus efeitos tendem a ser mais progressivos e cumulativos ao longo do tempo.

Assim como nas demais variáveis, destaca-se que a relação linear adotada representa uma simplificação do comportamento real, não contemplando possíveis efeitos mais complexos, como adaptações visuais ou interações com outros fatores ambientais.

▪ Mobiliário

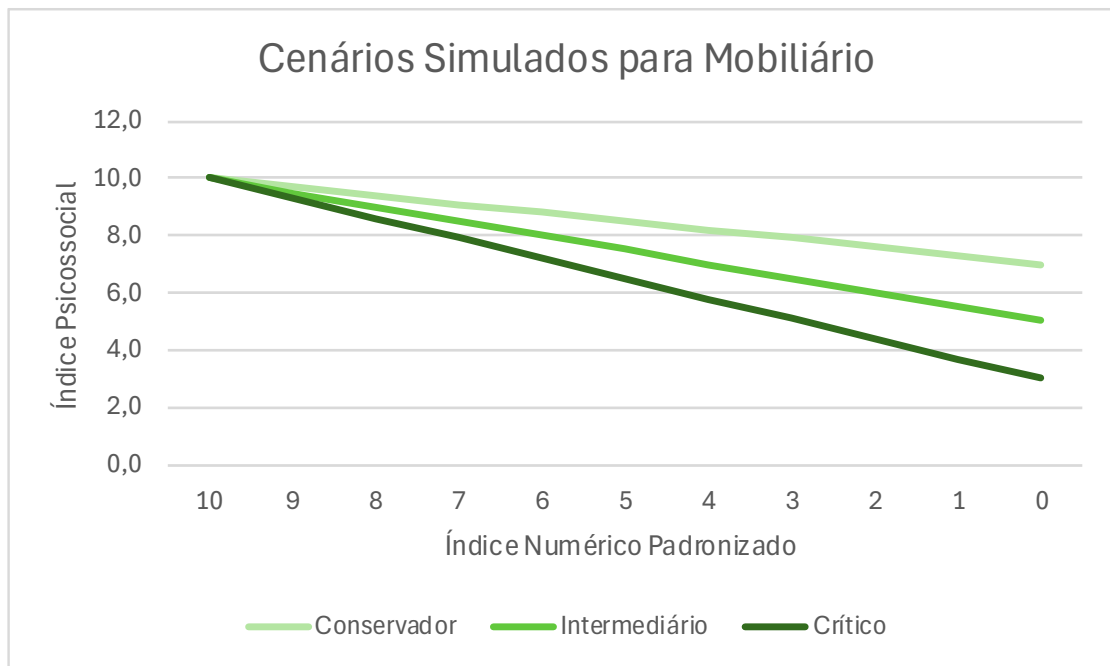
De forma semelhante à temperatura, para a qualidade do mobiliário foi considerado potencial de impacto moderado, partindo do desconforto progressivo e cumulativo (podendo levar à fadiga) em cenários reais de ambientes de trabalho com esforço intelectual. A considerar ambientes simulados, para os Coeficientes de Sensibilidade propostos, são apresentados os resultados no **Quadro 9** e **Gráfico 4**.

Quadro 9 – Resultados obtidos para simulação de cenários referentes ao mobiliário

N_{mob}	D_{mob}	$N_p = 10 - \alpha_{mob} D_{mob}$		
		Conservador ($\alpha_{mob}=0,3$)	Intermediário ($\alpha_{mob}=0,5$)	Crítico ($\alpha_{mob}=0,7$)
10	0	10,0	10,0	10,0
9	1	9,7	9,5	9,3
8	2	9,4	9,0	8,6
7	3	9,1	8,5	7,9
6	4	8,8	8,0	7,2
5	5	8,5	7,5	6,5
4	6	8,2	7,0	5,8
3	7	7,9	6,5	5,1
2	8	7,6	6,0	4,4
1	9	7,3	5,5	3,7
0	10	7,0	5,0	3,0

Fonte: Elaboração própria, 2026.

Gráfico 4 – Resultados obtidos para simulação de cenários referentes ao mobiliário



Fonte: Elaboração própria, 2026.

Observa-se que a redução do índice numérico padronizado de mobiliário (N_{mob}), associada à piora das condições ergonômicas, resulta em uma diminuição progressiva do Índice Psicossocial (N_P).

Esse comportamento está alinhado à formulação do modelo, na qual o aumento do déficit ambiental (D_{mob}) implica redução proporcional do índice psicossocial, conforme a relação linear estabelecida.

Diferentemente das variáveis contínuas, o índice de mobiliário é construído a partir de critérios discretos de avaliação ergonômica, o que resulta em uma variação menos contínua e mais associada ao acúmulo de inadequações. Ainda assim, a aplicação da função linear permite representar, de forma simplificada, o impacto cumulativo dessas inadequações sobre as condições psicossociais.

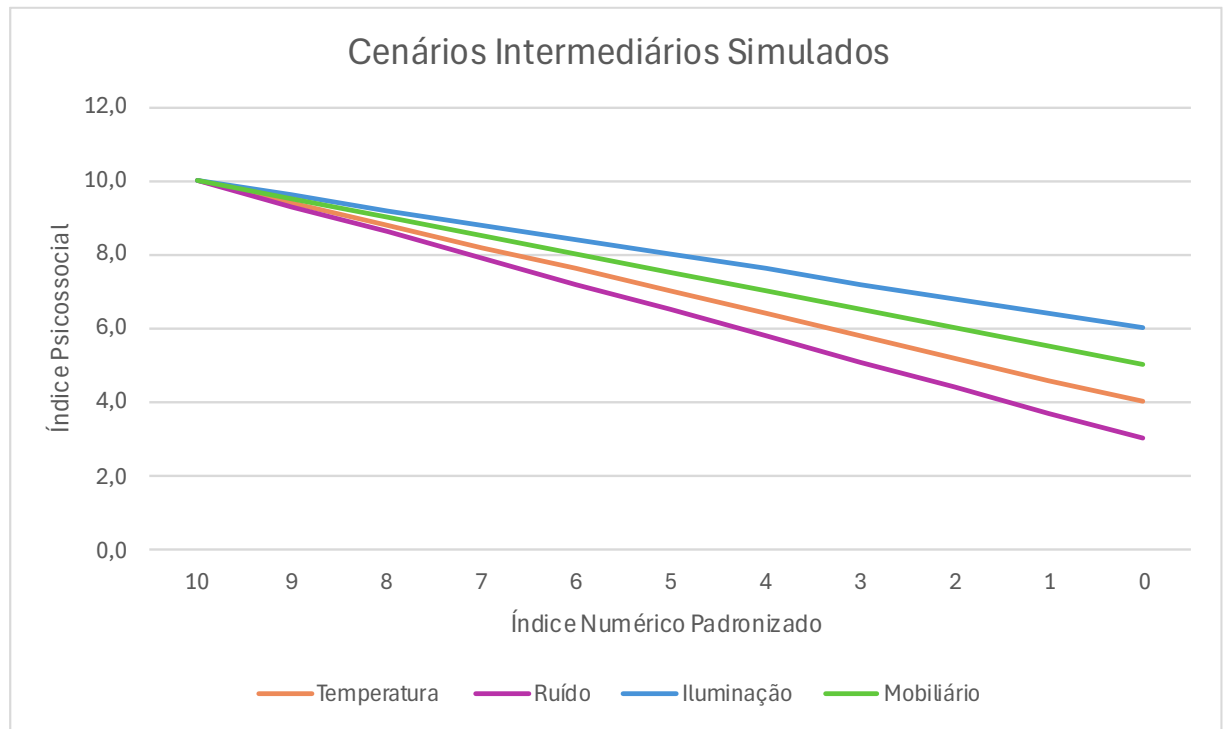
A variação intermediária observada no N_P está associada ao coeficiente de sensibilidade adotado para essa variável, refletindo a interpretação de que o mobiliário exerce influência relevante, porém não imediata, sobre o desempenho cognitivo, estando mais relacionado à fadiga física ao longo do tempo.

Destaca-se, contudo, que o modelo não contempla aspectos como adaptação postural ou variações individuais, devendo os resultados ser interpretados como uma aproximação teórica do impacto ergonômico.

▪ Cenário Intermediário

Para fins comparativos, foram agrupados os cenários intermediários projetados para todas as variáveis abordadas no presente estudo, de forma a evidenciar a influência de cada parâmetro físico dentro da proposta de relação funcional entre Índice Numérico Padronizado (N_x), convertido em Déficit Ambiental (D_x), e Índice Psicossocial (N_p), na forma de funções lineares.

Gráfico 5 – Resultados obtidos para simulação de cenário intermediário geral



Fonte: Elaboração própria, 2026.

Nota-se, portanto, que para as variáveis com Coeficiente de Sensibilidade mais elevado, existe apresentam maior sensibilidade do Índice Psicossocial (N_p) à variação do Índice Numérico Padronizado (N_x) correspondente, ou seja, alterações do parâmetro físico medido no ambiente possuem maior influência sobre a qualidade psicológica percebida dentro dos cenários simulados propostos.

6.3 Análise Integrada e Discussão dos Resultados

A análise dos resultados obtidos a partir dos cenários simulados permite verificar o comportamento consistente do modelo proposto diante da variação controlada das condições ambientais, de forma coerente com as premissas estabelecidas em sua formulação metodológica.

De forma geral, a redução do Índice Numérico Padronizado (N_x) resulta em aumento proporcional do Déficit Ambiental (D_x), refletindo-se diretamente na diminuição do Índice Psicossocial (N_P), confirmando a consistência da estrutura adotada, na qual o afastamento das condições ideais do ambiente impacta negativamente a percepção associada ao trabalho.

A introdução dos Coeficientes de Sensibilidade se mostrou eficaz na diferenciação do impacto relativo entre as variáveis ambientais analisadas. Em parâmetros associados a coeficientes mais elevados (maior impacto), observou-se maior inclinação nas curvas de variação de N_P , indicando maior responsividade do modelo às alterações dessas variáveis, evidenciando a capacidade do modelo de representar diferentes níveis de influência e, portanto, permitindo ajustes.

A análise dos cenários simulados evidencia que variáveis associadas a maiores coeficientes de sensibilidade apresentam maior inclinação nas curvas de variação de N_P , indicando maior impacto sobre a percepção psicossocial em resposta a alterações nas condições ambientais.

Por outro lado, variáveis com coeficientes reduzidos apresentam comportamento mais estável, com menor variação do índice psicossocial frente às mesmas condições de alteração dos parâmetros físicos. A comparação entre os cenários intermediários permite observar, de forma integrada, a contribuição relativa de cada variável dentro da estrutura do modelo, evidenciando sua capacidade de diferenciar níveis de influência de maneira controlada e parametrizável.

Destaca-se, ainda, que a adoção de funções lineares para representação da relação entre D_x e N_P mostrou-se adequada para fins exploratórios, permitindo uma interpretação direta dos resultados e facilitando a análise comparativa entre variáveis.

De forma geral, os resultados obtidos confirmam que o modelo é capaz de representar, de maneira estruturada e consistente, a influência das condições ambientais sobre o índice psicossocial, mantendo coerência com os critérios estabelecidos na metodologia e permitindo sua aplicação em diferentes cenários de análise.

Assim, a abordagem adotada demonstra potencial para utilização como ferramenta de avaliação integrada de ambientes de trabalho intelectual, possibilitando não apenas a quantificação das condições ambientais, mas também a análise de seus efeitos sobre o bem-estar psicossocial dos indivíduos.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho atingiu o objetivo de desenvolver um modelo integrado de avaliação de ambientes laborais caracterizados por esforço intelectual, estruturado a partir da combinação de variáveis físicas e psicossociais em uma métrica numérica padronizada. A proposta se fundamentou na construção de Índices Numéricos Padronizados e em sua posterior agregação em indicadores compostos, permitindo a análise conjunta das condições ambientais e de sua relação com aspectos associados à saúde psicológica dos trabalhadores, em especial manifestações relacionadas à Síndrome de *Burnout*.

A metodologia proposta se demonstrou coerente com as diretrizes para construção de indicadores compostos estabelecidas pela Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), ao adotar uma sequência estruturada de definição do fenômeno analisado, seleção de variáveis relevantes, normalização de dados heterogêneos, agregação de índices parciais e interpretação dos resultados. A utilização de funções de normalização definidas por trechos (*piecewise*) permitiu representar, de forma contínua e interpretável, diferentes níveis de adequação ambiental em relação aos parâmetros normativos e técnicos adotados, assegurando maior consistência entre a modelagem matemática e a interpretação prática dos resultados obtidos.

Em referência às perguntas de pesquisa formuladas, os resultados obtidos no âmbito do modelo desenvolvido permitem concluir, primeiramente, que os parâmetros físicos do ambiente de trabalho exercem influência direta sobre o Índice Psicossocial adotado, sendo observado comportamento monotonicamente decrescente deste à medida que ocorre o afastamento das condições ambientais consideradas ideais.

Ainda que analisada de forma exploratória e baseada em simulações, tal relação evidencia que a degradação progressiva das condições físicas do ambiente tende a se refletir negativamente sobre indicadores associados ao bem-estar e à saúde mental dos profissionais. Essa constatação reforça pressupostos amplamente discutidos na literatura ergonômica e em modelos teóricos de estresse ocupacional, segundo os quais fatores ambientais adversos contribuem para sobrecarga cognitiva, fadiga mental e redução do desempenho em atividades de natureza intelectual.

Em referência à segunda pergunta de pesquisa, verifica-se que a aplicação de uma ferramenta integrada, capaz de correlacionar fatores ambientais e psicossociais em uma mesma estrutura analítica, apresenta potencial para identificar padrões de influência não evidenciados por métodos tradicionais de avaliação isolada. Ao permitir a decomposição do Índice Geral em dimensões ambiental e psicossocial, o modelo possibilita uma leitura mais abrangente e sistemática das condições de trabalho, evidenciando eventuais discrepâncias entre a adequação física do ambiente e

o estado psicossocial dos trabalhadores. Tal característica amplia a capacidade diagnóstica da ferramenta, contribuindo para a compreensão integrada dos riscos ocupacionais em ambientes de predominância cognitiva.

A análise dos cenários simulados indicou comportamento consistente do modelo diante da variação controlada dos índices ambientais, confirmando a coerência da relação funcional proposta entre déficit ambiental e índice psicossocial. Observou-se que variáveis associadas a maiores coeficientes de sensibilidade apresentaram impacto mais pronunciado sobre o Índice Psicossocial, refletindo maior responsividade do modelo às alterações desses parâmetros. De forma geral, o ruído e a temperatura demonstraram maior influência relativa nos cenários intermediários e críticos, enquanto iluminação e mobiliário apresentaram efeitos mais graduais, associados a processos cumulativos de desconforto. Esses resultados corroboram o entendimento teórico adotado ao longo do trabalho e reforçam a adequação da estrutura matemática proposta para fins de análise exploratória.

A principal contribuição deste trabalho reside na formalização de uma metodologia integrada para avaliação da qualidade de ambientes laborais de esforço intelectual, alinhada a referenciais normativos, ergonômicos e às diretrizes internacionais para construção de indicadores compostos. A incorporação explícita de variáveis psicossociais ao processo de análise ambiental representa um avanço em relação a abordagens tradicionalmente restritas a parâmetros físicos, permitindo tratar fenômenos subjetivos relacionados ao trabalho por meio de uma métrica estruturada e comparável. A utilização de uma escala padronizada comum, associada a instrumentos validados para avaliação do Burnout e a critérios normativos consolidados, confere ao modelo caráter sistemático, reproduzível e potencialmente aplicável em diferentes contextos organizacionais.

Do ponto de vista prático, o modelo proposto apresenta potencial de utilização como ferramenta de apoio à gestão de riscos ocupacionais, especialmente em atividades nas quais predominam demandas cognitivas elevadas. Sua aplicação pode subsidiar diagnósticos preliminares das condições de trabalho, auxiliar na priorização de intervenções corretivas e preventivas, bem como contribuir para processos de tomada de decisão em ergonomia, saúde ocupacional e planejamento de melhorias ambientais. Ao possibilitar a comparação entre diferentes ambientes ou cenários simulados, a ferramenta também favorece análises estratégicas voltadas à promoção do bem-estar, da produtividade e da qualidade do trabalho.

Ressalta-se, entretanto, que o modelo proposto apresenta limitações inerentes à sua natureza exploratória. Destacam-se, nesse sentido, a adoção de relações lineares simplificadas entre déficit ambiental e impacto psicossocial, a análise isolada das variáveis ambientais e a ausência de calibração empírica dos coeficientes de sensibilidade utilizados. Tais limitações não invalidam a proposta, mas

delimitam o escopo de interpretação dos resultados, que devem ser compreendidos como aproximações teóricas destinadas à investigação inicial do comportamento do sistema modelado.

Como perspectivas futuras, recomenda-se a aplicação do modelo em ambientes reais de trabalho, em conformidade com os requisitos éticos e legais aplicáveis, de modo a possibilitar a construção de um banco de dados empíricos que permita a validação e o refinamento das relações estabelecidas, bem como a calibração estatística dos coeficientes de sensibilidade adotados. Adicionalmente, a incorporação de novos parâmetros de análise e a investigação de relações não lineares ou interações entre variáveis representam caminhos promissores para a ampliação da capacidade analítica da ferramenta proposta.

Destaca-se que a ferramenta proposta neste trabalho tem finalidade metodológica e ocupacional, não configurando instrumento de diagnóstico individual ou coletivo. Assim, sua aplicação não substitui nem dispensa a elaboração de laudos técnicos ambientais, avaliações ergonômicas formais ou laudos médicos ocupacionais, os quais permanecem indispensáveis para fins legais, periciais e clínicos, devendo ser conduzidos por profissionais habilitados.

Conclui-se, portanto, que o modelo desenvolvido constitui uma proposta consistente para a análise integrada da qualidade de ambientes laborais de esforço intelectual, oferecendo uma abordagem estruturada para a avaliação simultânea de condições ambientais e de seus impactos psicossociais. Ao integrar fundamentos normativos, ergonômicos e metodológicos em uma única estrutura analítica, o estudo contribui para o avanço das práticas de avaliação em saúde ocupacional e ergonomia cognitiva, evidenciando a importância de abordagens integradas no contexto contemporâneo de trabalho e abrindo possibilidades para aprofundamentos futuros de caráter técnico e científico.

REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 10152:2017 – **Acústica: níveis de pressão sonora em ambientes internos a edificações**. Rio de Janeiro: ABNT, 2017.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR ISO/CIE 8995-1:2013 – **Iluminação de ambientes de trabalho**. Rio de Janeiro: ABNT, 2013.
- BRASIL. Conselho Nacional de Saúde. Resolução n. 466, de 12 de dezembro de 2012. **Aprova as diretrizes e normas regulamentadoras de pesquisas envolvendo seres humanos**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 13 jun. 2013.
- BRASIL. Conselho Nacional de Saúde. Resolução n. 510, de 7 de abril de 2016. **Dispõe sobre as normas aplicáveis a pesquisas em Ciências Humanas e Sociais**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 24 mai. 2016.
- BRASIL. Lei n. 13.709, de 14 de agosto de 2018. **Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD)**. Dispõe sobre a proteção de dados pessoais e altera a Lei n. 12.965, de 23 de abril de 2014. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 15 ago. 2018.
- BRASIL. Lei n. 6.514, de 22 de dezembro de 1977. **Altera o Capítulo V do Título II da Consolidação das Leis do Trabalho**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 23 dez. 1977.
- BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **Norma Regulamentadora n. 1 – Disposições gerais**. Brasília, DF, 2001.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Comissão Nacional de Ética em Pesquisa. **Manual operacional para comitês de ética em pesquisa**. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2007.
- BRASIL. Portaria n. 3.214, de 8 de junho de 1978. **Aprova as Normas Regulamentadoras do Capítulo V da Consolidação das Leis do Trabalho**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 6 jul. 1978.
- BRASIL. Portaria MTE n. 1.419, de 27 de agosto de 2024. **Regulamenta procedimentos de saúde ocupacional e avaliação de riscos**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 28 ago. 2024.
- BRASIL. Portaria SEPRT/MTP n. 6.730, de 9 de março de 2020. **Aprova a nova redação da Norma Regulamentadora n. 1**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 10 mar. 2020.
- BRASIL. Portaria SIT n. 787, de 27 de novembro de 2018. **Estabelece regras para elaboração e revisão de Normas Regulamentadoras**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 28 nov. 2018.
- BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **Norma Regulamentadora n. 1 – Disposições gerais e gerenciamento de riscos ocupacionais**. Brasília, DF, 2023.
- BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **Norma Regulamentadora n. 17 – Ergonomia**. Texto atualizado até 2025. Brasília, DF: Ministério do Trabalho e Emprego, 2025.
- CORTEZ, P. A.; SILVA, L. S. Implicações do estresse sobre a saúde e a doença mental. **Revista Psicologia e Saúde**, 2007.

DEJOURS, C. **A loucura do trabalho: estudo de psicopatologia do trabalho**. 5. ed. São Paulo: Cortez-Oboré, 1992.

DEMEROUTI, E.; BAKKER, A. B.; VARDAKOU, I.; KANTAS, A. **The convergent validity of two burnout instruments: a multitrait-multimethod analysis**. European Journal of Psychological Assessment, Göttingen, 2003.

DEMEROUTI, E.; MOSTERT, K.; BAKKER, A. B. Burnout and work engagement: a thorough investigation of the independency of both constructs. **Journal of Occupational Health Psychology**, Washington, DC, v. 15, n. 3, p. 209-222, 2010.

DE PAULA, A. C. et al. A importância dos aspectos psicossociais e da urgente implementação da ergonomia cognitiva na prevenção de doenças ocupacionais. **Revista Ação Ergonômica**, v. 16, n. 2, e202211, 2022.

DEY, I. **Qualitative data analysis: a user-friendly guide for social scientists**. London: Routledge, 1993. Disponível em: <<https://www.routledge.com/Qualitative-Data-Analysis-A-User-Friendly-Guide-for-Social-Scientists/Dey/p/book/9780415058520>>. Acesso em: 15 mai. 2025.

FREUDENBERGER, H. J. Introduction and acknowledgment. **Journal of Social Issues**, v. 30, n. 1, p. 1-7, 1974. Disponível em: <<https://doi.org/10.1111/j.1540-4560.1974.tb00689.x>>. Acesso em: 20 jun. 2025.

FUNDACENTRO. **Norma de Higiene Ocupacional n. 11 (NHO 11): avaliação dos níveis de iluminação em ambientes internos de trabalho**. São Paulo: FUNDACENTRO, 2018.

GOMEZ, C. M.; VASCONCELLOS, L. C.; MACHADO, J. M. Saúde do trabalhador: aspectos históricos, avanços e desafios no Sistema Único de Saúde. **Ciência & Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, 2018. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/csc/a/DCSW6mPX5gXnV3TRjfZM7ks/>>. Acesso em: 14 maio 2025.

GUIMARÃES, L. A. M.; CARDOSO, W. L. C. D. **Atualizações sobre a Síndrome de Burnout**. Lorena, 2006.

IIDA, I. **Ergonomia: projeto e produção**. 2. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2005.

INTERNATIONAL LABOUR ORGANIZATION. **World employment and social outlook: trends 2022**. Geneva: ILO, 2022.

KARASEK, R. A. Job demands, job decision latitude, and mental strain: implications for job redesign. **Administrative Science Quarterly**, New York, 1979.

KROEMER, K. H. E.; GRANDJEAN, E. **Fitting the task to the man: a textbook of occupational ergonomics**. 5. ed. London: Taylor & Francis, 1997.

LIEBLICH, A.; TUVAL-MASIACH, R.; ZILBER, T. **Narrative research: reading, analysis and interpretation**. Thousand Oaks: Sage, 1998. Disponível em: <<https://us.sagepub.com/en-us/nam/narrative-research/book8018>>. Acesso em: 15 mai. 2025.

- MASLACH, C. The measurement of experienced burnout. **Journal of Organizational Behavior**, 1981. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/job.4030020205>>. Acesso em: 10 set. 2025.
- MASLACH, C.; SCHAUFELI, W. B.; LEITER, M. P. Job burnout. **Annual Review of Psychology**, Palo Alto, v. 52, p. 397-422, 2001.
- MENDES, R.; DIAS, E. C. Da medicina do trabalho à saúde do trabalhador. **Revista de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, 1991.
- MORGAN, D. L. Successful focus groups: advancing the state of the art. **Newbury Park: Sage Publications**, 1993.
- ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT. **Handbook on constructing composite indicators: methodology and user guide**. Paris: OECD Publishing, 2008.
- POLIT, D. F.; BECK, C. T. **Nursing research: principles and methods**. 7. ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2004.
- SALTELLI, A. et al. **Global sensitivity analysis: the primer**. Chichester: John Wiley & Sons, 2008.
- SCHAUFELI, W. B. Burnout: 35 years of research and practice. **Career Development International**, v. 14, n. 3, p. 204-220, 2009.
- SCHAUFELI, W. B. Engaging leadership in the job demands-resources model. **Career Development International**, v. 20, n. 5, p. 446-463, 2015.
- SCHUSTER, M. S.; DIAS, V. V. Oldenburg Burnout Inventory: validação de uma nova forma de mensurar Burnout no Brasil. **Ciência & Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 23, n. 2, p. 553-562, fev. 2018.
- TAMBELLINI, A. T. Política nacional de saúde do trabalhador: análises e perspectivas. **Revista de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 2, n. 4, p. 489-497, 1986.
- VASCONCELOS, A.; FARIA, J. H. Saúde mental no trabalho: contradições e limites. **Psicologia & Sociedade**, 2008. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/psoc/a/6X46nvFMKpmcLKv7HnYx76R/>>. Acesso em: 14 mai. 2025.
- VASCONCELLOS, L. C. F. **Saúde, trabalho e desenvolvimento sustentável: apontamentos para uma política de Estado**. 2007. Tese (Doutorado) – Escola Nacional de Saúde Pública, Rio de Janeiro, 2007.
- WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Burn-out an occupational phenomenon**. Geneva: WHO, 2019. Disponível em: <https://apps.who.int/gb/ebwha/pdf_files/WHA72/A72_29-en.pdf>. Acesso em: 11 mar. 2026.
- WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Mental health at work**. Geneva: WHO, 2022. Disponível em: <<https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/mental-health-at-work>>. Acesso em: 30 mai. 2025.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Mental health at work: policy brief**. Geneva: WHO, 2022. Disponível em: <<https://www.who.int/publications/i/item/9789240057944>>. Acesso em: 30 mai. 2025.

WORLD HEALTH ORGANIZATION WESTERN PACIFIC REGION. **New horizons in health**. Disponível em: <<https://www.who.int/westernpacific>>. Acesso em: 11 set. 2025.

ANEXO I – MODELO DE FICHA DE VERIFICAÇÃO DE MOBILIÁRIO

ANEXO I, Quadro 1 – Questionário de avaliação do mobiliário

Item	Observação	Não Atende	Atende Parcialmente	Atende Totalmente
1	O posto de trabalho foi planejado ou adaptado para execução da atividade na posição sentada			
2	A altura da mesa ou bancada é compatível com a atividade realizada e com a altura do assento			
3	As dimensões do posto de trabalho permitem posicionamento adequado dos segmentos corporais durante a atividade			
4	Existe espaço suficiente para movimentação das pernas e mudança de postura durante o trabalho			
5	A área de trabalho permite que os objetos utilizados estejam ao alcance do trabalhador sem esforço excessivo			
6	O assento possui altura ajustável			
7	A borda frontal do assento evita compressão na região posterior das pernas			
8	O encosto possui forma adaptada ao corpo e proporciona suporte à região lombar			
9	O encosto possui ajuste de altura			
10	O apoio de braços possui altura regulável			
11	O apoio de braços permite aproximação adequada da cadeira à mesa			
12	O conjunto mesa + cadeira permite postura confortável para execução da tarefa			
13	O mobiliário permite operação adequada dos equipamentos utilizados na atividade			
14	Os terminais de vídeo permitem ajuste de iluminação ou posicionamento para evitar reflexos			
15	Os periféricos (teclado, mouse etc.) são independentes e permitem ajuste de posicionamento			

Fonte: Elaboração Própria, 2026 (baseado em BRASIL, 2025).

ANEXO II – MODELO DE FORMULÁRIO DE APLICAÇÃO PARA O OLDENBURG BURNOUT INVENTORY

ANEXO II, Quadro 1 – Formulário de aplicação OLBI

Item	Proposições	Discordo totalmente	Discordo parcialmente	Concordo parcialmente	Concordo totalmente
1	Há dias em que me sinto cansado antes mesmo de chegar ao trabalho				
2	Depois do trabalho, preciso de mais tempo para sentir-me melhor do que precisava antigamente				
3	Consigo suportar muito bem as pressões do meu trabalho				
4	Durante o meu trabalho, sinto-me emocionalmente esgotado				
5	Depois das tarefas profissionais, tenho energia para as minhas atividades de lazer				
6	Quando trabalho, sinto-me bem				
7	Depois do trabalho, sinto-me cansado e sem energia				
8	De uma forma geral, consigo administrar bem a quantidade de trabalho que tenho				
9	Com frequência faço coisas novas e interessantes no meu trabalho				
10	Cada vez falo mais e com mais frequência de forma negativa sobre meu trabalho				
11	Ultimamente, tenho realizado meu trabalho de forma quase mecânica				
12	Considero meu trabalho um desafio positivo				
13	Com o passar do tempo, venho me desinteressado do meu trabalho				
14	O trabalho que faço hoje é o único que me imagino fazendo				
15	Sinto-me cada vez mais empenhado no meu trabalho				
16	Muitas vezes sinto-me farto das minhas tarefas				

Fonte: Schuster e Dias, 2015.

ANEXO III – GUIA DE PONTUAÇÕES APÓS APLICAÇÃO DE FORMULÁRIO PARA O OLDENBURG BURNOUT INVENTORY

ANEXO III, Quadro 1 – Guia de pontuações para aplicação de formulário OLBI

Item	Escore Referente	Aplicou-se inversão?	PONTUAÇÃO EQUIVALENTE			
			Discordo totalmente	Discordo parcialmente	Concordo parcialmente	Concordo totalmente
1	E	Não	1	2	3	4
2	E	Não	1	2	3	4
3	E	Sim	4	3	2	1
4	E	Não	1	2	3	4
5	E	Sim	4	3	2	1
6	E	Sim	4	3	2	1
7	E	Não	1	2	3	4
8	E	Sim	4	3	2	1
9	D	Sim	4	3	2	1
10	D	Não	1	2	3	4
11	D	Não	1	2	3	4
12	D	Sim	4	3	2	1
13	D	Não	1	2	3	4
14	D	Sim	4	3	2	1
15	D	Sim	4	3	2	1
16	D	Não	1	2	3	4

Fonte: Elaboração Própria, 2026 (baseado em DEMEROUTI *et al.*, 2003).