



UNIVERSIDADE
ESTADUAL de LONDRINA

THÁRCIS ROCHA DE OLIVEIRA

**AVALIAÇÃO DO ESTRESSE OXIDATIVO/NITROSATIVO EM
TRABALHADORES DA SAÚDE QUE ATUAM EM UNIDADES
DE TERAPIA INTENSIVA**

THÁRCIS ROCHA DE OLIVEIRA

**AVALIAÇÃO DO ESTRESSE OXIDATIVO/NITROSATIVO EM
TRABALHADORES DA SAÚDE QUE ATUAM EM UNIDADES
DE TERAPIA INTENSIVA**

Exame de Dissertação apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Enfermagem da Universidade Estadual de Londrina (UEL), como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Enfermagem.

Orientador(a): Profa. Dra. Renata Perfeito Ribeiro

Co-orientador (a): Profa. Dra. Aline Franco da Rocha

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UEL

O48	Oliveira, Thárcis Rocha de . AVALIAÇÃO DO ESTRESSE OXIDATIVO/NITROSATIVO EM TRABALHADORES DA SAÚDE QUE ATUAM EM UNIDADES DE TERAPIA INTENSIVA. / Thárcis Rocha de Oliveira. - Londrina, 2026. 82 f. : il. Orientador: Renata Perfeito Ribeiro. Coorientador: Aline Franco da Rocha. Dissertação (Mestrado em Enfermagem) - Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências da Saúde, Programa de Pós-Graduação em Enfermagem, 2026. Inclui bibliografia. 1. Saúde Ocupacional - Tese. 2. Estresse Oxidativo - Tese. 3. Estresse Nitrosativo - Tese. 4. Unidade de Terapia Intensiva - Tese. I. Ribeiro, Renata Perfeito. II. Rocha, Aline Franco da . III. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências da Saúde. Programa de Pós-Graduação em Enfermagem. IV. Título. CDU 616-083
-----	--

THÁRCIS ROCHA DE OLIVEIRA

**AVALIAÇÃO DO ESTRESSE OXIDATIVO/NITROSATIVO EM
TRABALHADORES DA SAÚDE QUE ATUAM EM UNIDADES DE
TERAPIA INTENSIVA**

Exame de Dissertação apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Enfermagem da Universidade Estadual de Londrina (UEL), como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Enfermagem.

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Renata Perfeito Ribeiro
Universidade Estadual de Londrina-PR

Profa. Dra. Regina Celia Bueno Rezende
Machado
Universidade Estadual de Londrina-PR

Profa. Dra. Danielle Venturini
Universidade Estadual de Londrina-PR

Londrina, 25 de fevereiro de 2026.

**DEDICO ESTE TRABALHO AOS
TRABALHADORES DA SAÚDE, QUE
DIARIAMENTE ENFRENTAM DESAFIOS
INTENSOS NO CUIDADO AO OUTRO,
MUITAS VEZES À CUSTA DA PRÓPRIA
SAÚDE.**

AGRADECIMENTOS

Inicialmente agradeço a Deus, por me conduzir ao longo desta trajetória, pelas oportunidades concedidas e pela graça de alcançar mais uma etapa de minha formação acadêmica. Cada desafio, aprendizado e conquista foram fundamentais para a concretização desta dissertação, permitindo-me chegar a este momento de conclusão com gratidão e reconhecimento.

Agradeço à minha orientadora, Dra. Renata Perfeito Ribeiro, pela dedicação, pelas orientações precisas e pelo acompanhamento constante, mesmo diante das adversidades e dos momentos desafiadores. Sua orientação firme, sensível e comprometida foi determinante para a realização deste trabalho e para a superação de cada etapa, tornando possível a finalização desta dissertação.

Aos professores Dr. Décio Sabattini Barbosa e Dra. Aline Franco da Rocha, pelo apoio técnico, pelas contribuições críticas e pelo incentivo contínuo, que enriqueceram significativamente a qualidade do estudo. Agradeço também pelos momentos de motivação e pelas orientações que impulsionaram a continuidade da pesquisa em momentos de dificuldade.

Aos colegas de mestrado, pela parceria, pelo compartilhamento de experiências, dúvidas e aprendizados, tornando esta jornada mais leve e significativa. Registro, de forma especial, minha gratidão a minha amiga e parceira de pesquisa, Jamaira do Nascimento Xavier, cuja colaboração nas coletas de dados e apoio mútuo foram essenciais para o desenvolvimento e conclusão do trabalho.

Ao GeeST, Grupo de Estudos em Gestão do Cuidado, Editoração Científica e Saúde do Trabalhador, pela excelência do ambiente acadêmico, pelas discussões enriquecedoras e pelas oportunidades de participação em ações relevantes para a enfermagem e a saúde do trabalhador, contribuindo diretamente para o aprimoramento de minha formação.

À Seção de Pós-Graduação em Enfermagem, pelo suporte administrativo, orientação institucional e auxílio no cumprimento das etapas acadêmicas, fundamentais para a conclusão do mestrado.

Aos órgãos de fomento, em especial à CAPES, pelo incentivo à pesquisa por meio de apoio financeiro concedido ao longo do curso, imprescindível para viabilizar a execução deste trabalho.

À população participante do estudo, pela confiança, generosidade e colaboração, permitindo o compartilhamento de experiências e de amostras biológicas, cuja contribuição foi essencial para a construção dos resultados apresentados nesta dissertação.

À instituição de realização da pesquisa e aos profissionais que viabilizaram a coleta de dados, especialmente à coordenadora geral das UTI, Dra. Adriana Elias, pelo apoio logístico e institucional.

Aos meus familiares que, mesmo à distância, demonstraram constante apoio e incentivo, tornando possível a continuidade de minha formação acadêmica. Aos amigos Lucimar, Elisângela, Anderson e Tatiane Gimenez, que constituem minha rede de apoio. Registro, de forma especial, minha gratidão à tia Mara e o Gabriel, de Maringá, pelo suporte afetivo e dedicação.

Dedico, de maneira singular, meus agradecimentos ao Arlison de Sousa Alves, meu parceiro de vida, que compartilha comigo todos os desafios e conquistas desta trajetória. Seu apoio constante, compreensão diante das exigências da pós-graduação e participação ativa, mesmo diante dos sacrifícios e da ausência em momentos importantes, foram fundamentais para que eu pudesse avançar e concluir esta etapa com serenidade e confiança.

Por fim, agradeço a todas as demais pessoas que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho, cuja colaboração, ainda que não mencionada nominalmente, foi igualmente significativa e relevante.

“Nada na vida deve ser temido, somente compreendido. Agora é hora de compreender mais para temer menos.”

Marie Curie

OLIVEIRA, Thárcis, Rocha de. **AVALIAÇÃO DO ESTRESSE OXIDATIVO/NITROSATIVO EM TRABALHADORES DA SAÚDE QUE ATUAM EM UNIDADES DE TERAPIA INTENSIVA**. 2026. p. 82. Exame de Qualificação de Mestrado/ Dissertação (Mestrado em Enfermagem) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2026

RESUMO

Introdução: O estresse oxidativo/nitrosativo representa um desequilíbrio biológico no sistema redox, influenciado por fatores individuais, ambientais e ocupacionais. Em profissionais de Unidades de Terapia Intensiva, expostos a condições laborais intensas, sua relação com o estresse no trabalho ainda é pouco explorada na literatura científica. **Objetivo:** Avaliar os níveis de biomarcadores de Estresse Oxidativo/Nitrosativo e sua relação com característica sociodemográfica, ocupacional, clínica e hábitos de vida dos trabalhadores da saúde que atuam em unidades de terapia intensiva. **Método:** estudo transversal em um hospital escola do Norte do Paraná, desenvolvido no período de março de 2024 a setembro de 2025. A população do estudo foi composta por 50 trabalhadores de saúde das Unidades de Terapia Intensiva. Foram coletados dados sociodemográficos, ocupacionais, clínicos e de hábitos de vida. Para a avaliação do estresse no trabalho, foi utilizada a Escala de Estresse no Trabalho e foram coletadas amostras sanguíneas para determinação de biomarcadores de estresse oxidativo/nitrosativo, incluindo Hidroperóxidos Lipídicos, Óxido Nítrico, Produtos Avançados de Oxidação Proteica, Atividade da Paraoxonase-1, Superóxido Dismutase, Catalase e Glutathionas. As análises estatísticas incluíram descrições por mediana e intervalo interquartil, comparações de grupos utilizando os testes de Mann–Whitney U e Kruskal–Wallis com *post-hoc* de Bonferroni e correlações de Spearman para avaliar associações entre variáveis contínuas e categóricas. **Resultados:** Amostra predominantemente feminina 86,0%, com 84,0% de trabalhadores de Enfermagem, com idade mediana de 29 anos, com Índice de Massa Corpórea mediana de 27,8 kg/m², com 82,0% dos participantes classificados com sobrepeso ou algum grau de obesidade. Quanto ao estresse ocupacional, 72,0% dos trabalhadores apresentaram baixo estresse e 28,0% alto estresse, sendo os estressores mais relevantes relacionados à comunicação com a chefia (86,0% de discordância) e à duração da jornada de trabalho (70,0% de concordância). Os biomarcadores de estresse oxidativo/nitrosativo apresentaram elevada heterogeneidade, sem diferenças significativas entre categorias do estresse no trabalho ou de Índice de Massa Corporal, exceto tendência inicial para Produtos Avançados de Oxidação Proteica, que não se manteve após ajuste *post-hoc*. Correlações positivas foram observadas entre tempo de atuação na Unidade de Terapia Intensiva e Peroxidação Lipídica e Metabólitos de Óxido Nítrico, assim como entre Índice de Massa Corpórea e Metabólitos de Óxido Nítrico, enquanto o escore de Estresse no Trabalho apresentou correlações fracas e negativas com alguns antioxidantes. **Conclusão:** em trabalhadores de Unidades de Terapia Intensiva, jovens e clinicamente saudáveis, o sistema antioxidante parece compensar exposições ocupacionais, mantendo a homeostase oxidativa. Apesar da ausência de diferenças significativas entre categorias de estresse e Índice de Massa Corpórea, as correlações observadas indicam que variáveis individuais e crônicas podem exercer influência sobre o estresse oxidativo/nitrosativo, reforçando a necessidade de estudos longitudinais com maior poder amostral e diversidade de biomarcadores

para compreender plenamente a complexidade das interações entre fatores ocupacionais, metabólicos e biológicos nesta população.

Descritores: Saúde Ocupacional; Estresse Ocupacional; Unidade de Terapia Intensiva; Estresse Oxidativo; Estresse Nitrosativo; Biomarcadores

OLIVEIRA, Thárcis, Rocha de. **ASSESSMENT OF OXIDATIVE/NITROSATIVE STRESS IN HEALTHCARE WORKERS EMPLOYED IN INTENSIVE CARE UNITS.** 2026. p. 82. Examination Dissertation (Master's Degree in Nursing) – State University of Londrina, Londrina, 2026.

ABSTRACT

Introduction: Oxidative/nitrosative stress represents a biological imbalance in the redox system, influenced by individual, environmental, and occupational factors. Among professionals working in intensive care units, who are exposed to intensive working conditions, its relationship with occupational stress remains underexplored in the scientific literature. **Objective:** To evaluate the levels of oxidative/nitrosative stress biomarkers and their relationship with sociodemographic, occupational, clinical, and lifestyle characteristics of healthcare workers in intensive care units. **Method:** a cross-sectional study conducted at a teaching hospital in northern Paraná, from March 2024 to September 2025, involving 50 healthcare professionals from ICUs 2 and 3. Sociodemographic, occupational, anthropometric, and lifestyle data were collected, the Work Stress Scale (WSS) was applied, and blood samples were obtained to determine biomarkers of oxidative/nitrosative stress, including lipid hydroperoxides (LOOH), nitric oxide (NO), advanced oxidation products of proteins (AOPP), paraoxonase-1 (PON-1) activity, superoxide dismutase (SOD), catalase (CAT), and glutathiones (GT, GSH, GSSG). Statistical analyses included descriptions by median and interquartile range, group comparisons (Mann–Whitney U and Kruskal–Wallis with Bonferroni post-hoc), and Spearman correlations to assess associations between continuous and categorical variables. **Results:** The sample was predominantly female (86%), with a mean age of 32.2 ± 8.08 years, a higher representation of the Nursing category (84%), a mean BMI of 29.16 ± 6.26 kg/m², with 82% of participants classified as overweight or obese to some degree. Regarding occupational stress, 72% had low stress and 28% had high stress, with the most relevant stressors related to communication with management (86% disagreement) and the length of the workday (70% agreement). The biomarkers of oxidative/nitrosative stress showed high heterogeneity, with no significant differences between stress or BMI categories, except for an initial trend for AOPP, which did not persist after post-hoc adjustment. Positive correlations were observed between length of service in the ICU and LOOH and NO, as well as between BMI and NO, while the EET score showed weak and negative correlations with some antioxidants. **Conclusion:** In young, clinically healthy ICU workers, the antioxidant system appears to compensate for occupational exposures by maintaining oxidative homeostasis. Despite the absence of significant differences between stress categories and BMI, the correlations observed indicate that individual and chronic variables may influence oxidative/nitrosative stress, reinforcing the need for longitudinal studies with greater sample power and diversity of biomarkers to fully understand the complexity of interactions between occupational, metabolic, and biological factors in this population.

Descriptors: Occupational Health; Occupational Stress; Intensive Care Unit; Oxidative Stress; Nitrosative Stress; Biomarkers

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Distribuição da categoria do Índice de Massa Corporal dos trabalhadores de Unidades de Terapia Intensiva, Londrina, Paraná, Brasil, 2026.....	43
Figura 2 – Distribuição de respostas relacionadas ao Estresse no Trabalho dos trabalhadores de Unidades de Terapia Intensiva, Londrina, Paraná, Brasil, 2026....	44
Figura 3 – Distribuição dos biomarcadores pró-oxidantes analisados nos trabalhadores das UTI, Londrina, Paraná, Brasil, 2026.....	45
Figura 4 – Distribuição dos biomarcadores antioxidantes analisados nos trabalhadores das UTI, Londrina, Paraná, Brasil, 2026.....	46

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Distribuição de respostas relacionadas ao Estresse no Trabalho dos trabalhadores de Unidades de Terapia Intensiva, Londrina, Paraná, Brasil, 2026...	41
Tabela 2 – Correlação entre biomarcadores de estresse oxidativo/nitrosativo e características antropométricas, ocupacionais, estresse no trabalho e hábitos de vida de trabalhadores das Unidades de Terapia Intensiva. Londrina, Paraná, Brasil, 2026	47
Tabela 3 – Distribuição dos biomarcadores de estresse oxidativo/nitrosativo segundo nível de Estresse relacionado ao trabalho dos trabalhadores de Unidades de Terapia Intensiva, Londrina, Paraná, Brasil, 2026.....	47
Tabela 4 – Distribuição dos biomarcadores de estresse oxidativo/nitrosativo segundo categorias do índice de massa corporal em trabalhadores de Unidade de Terapia Intensiva, Londrina, Paraná, Brasil, 2026.....	48

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AOPP	Produtos Avançados de Oxidação Proteica
CAT	Catalase
CM	Centímetros
DCNT	Doenças Crônicas Não Transmissíveis
DNA	Ácido Desoxirribonucleico
EDTA-K3	Ácido Etilenodiamino Tetra-Acético Tripotássico
EET	Escala de Estresse no Trabalho
EO/EN	Estresse Oxidativo/Estresse Nitrosativo
EPI	Equipamento de Proteção Individual
FC	Frequência Cardíaca
G	Gramas
GSSG	Glutathiona Oxidada
GSH	Glutathiona Reduzida
GT	Glutathiona Total
HGT	Hemoglicoteste
H ₂ O ₂	Peróxido de Hidrogênio
IIQ	Intervalo Interquartil
IMC	Índice de Massa Corpórea
KG	Quilogramas
LOOH	Hidroperóxidos Lipídicos
M	Metros
NO _x	Subprodutos de Óxido Nítrico
NR	Norma Regulamentadora
PA	Pressão Arterial
PON-1	Paraoxonase – 1
SOD	Superóxido Dismutase
SpO ₂	Saturação Periférica de Oxigênio
SPSS	<i>Statistical Product and Service Solutions</i>
STROBE	<i>Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology</i>
SUS	Sistema Único de Saúde
TBARS	Substâncias Reativas ao ácido Tiobarbitúrico

T-butil	Tert-butil
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
TNB	Tionitrobenzólico
UTI	Unidade de Terapia Intensiva

SUMÁRIO

1 APRESENTAÇÃO	19
2 CONTEXTUALIZAÇÃO.....	23
3 OBJETIVOS.....	29
3.1 Objetivo Geral.....	29
3.1.1 Objetivos Específicos.....	29
4 RESULTADOS.....	30
4.1 ESTUDO 1	
4.1.1 BIOMARCADORES DE EXTRESSE OXIDATIVO/NITROSATIVO EM TRABALHADORES DE UNIDADES DE TERAPIA INTENSIVA	30
4.1.2 Resumo/Abstract.....	30
4.1.3 Introdução	32
4.1.4 Material e Método.....	34
4.1.5 Resultados	41
4.1.6 Discussão.....	48
4.1.7 Conclusão	52
4.1.8 Referências	53
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	56
REFERÊNCIAS	59
APÊNDICES	63
APÊNDICE A – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido	64
APÊNDICE B – Formulário de caracterização sociodemográfica, ocupacional, clínica e hábitos de vida	69

ANEXOS	71
ANEXO A – Escala de Estresse no Trabalho (EET) (Paschoal e Tamayo, 2004)	72
ANEXO B – Parecer Consubstanciado do Comitê de Ética em Pesquisa	74

1 APRESENTAÇÃO

Nasci em 2000 na cidade de Maués-AM. Concluí o ensino médio aos 17 anos, já alimentando o sonho de ser jornalista. Eu me via ancorando um telejornal, operando câmeras ou editando reportagens. Contudo, o destino, sempre surpreendente, me reservava outros caminhos. Duas semanas antes de iniciar a graduação em Jornalismo, uma ligação mudou minha trajetória: o curso não abriria, por falta de candidatos. Diante da necessidade de manter a bolsa concedida pela universidade, aceitei o desafio de ingressar em um novo curso. Foi assim que a enfermagem me encontrou.

Os anos que se seguiram foram intensos e marcados por uma única palavra: determinação. Estava a mais de 2.900 km da minha cidade natal, Maués-AM, e da minha família, que naquele momento vivia em Nova Mamoré, no interior de Rondônia, na fronteira com a Bolívia. A distância não me enfraqueceu; pelo contrário, alimentou minha sede por conhecimento, ciência e cuidado. A graduação me moldou profundamente, e devo muito a professores que foram e ainda são, referências na minha trajetória, modelos que inspiraram minha atuação profissional.

Sempre animado e disposto a fazer mais, encontrei nesse período um terreno fértil para inovar: fui o fundador e o primeiro presidente da Liga Acadêmica de Enfermagem em Saúde Coletiva (LAESC) da Universidade Cesumar na cidade de Maringá-Pr. A criação dessa liga nasceu do desejo de ampliar horizontes, integrar colegas de diferentes anos da graduação e preencher lacunas de conhecimento que, por vezes, a sala de aula não contemplava. Foi também uma forma de me preparar para os processos seletivos de residência, por meio do engajamento em atividades de ensino, pesquisa e extensão. Essa experiência marcou não apenas minha formação acadêmica, mas também o início de uma postura proativa diante dos desafios da profissão. Às vésperas de completar 22 anos, em fevereiro de 2022, recebi o grau de bacharel em Enfermagem.

Mas concluir a graduação foi apenas o primeiro passo. Em março de 2022 iniciei a residência em Enfermagem em Urgência e Emergência na Universidade Estadual de Londrina (UEL), experiência que representou um divisor de águas em minha trajetória. A residência me moldou como especialista, proporcionando vivências riquíssimas na assistência, na gestão e na docência, em cenários diversos do cuidado. Foi nesse processo que descobri, além da paixão pela

prática clínica, a vocação para o ensino e para a pesquisa. Orientado e incentivado por professores que se tornaram referências, compreendi que a excelência da assistência só se sustenta quando alicerçada pela ciência e pela produção de evidências.

Desde o término da residência, iniciei a trilha da atuação como Enfermeiro Emergencista. Meu primeiro espaço de trabalho foi no pronto socorro do Hospital Zona Sul, em Londrina, referência regional para doenças vasculares crônicas, emergências psiquiátricas e pediatria. Ali, vivi um marco importante: já não havia mais o respaldo direto dos preceptores e sim o peso da responsabilidade de ser o enfermeiro responsável pelo setor, pelos pacientes e pela equipe. Foi um período de amadurecimento em que precisei tomar decisões, conduzir situações críticas e desenvolver e aperfeiçoar competências gerenciais e assistenciais. Ao lado de colegas e profissionais que muito me ensinaram, cresci não apenas como enfermeiro, mas também como pessoa, construindo vínculos e amizades que carrego comigo.

Concomitantemente a essa experiência, em março de 2024 iniciei o mestrado em Enfermagem na UEL, vinculando-me ao Grupo de Estudos em Gestão do Cuidado, Editoração Científica e Saúde do Trabalhador (GeesT). Assim, dei continuidade à minha caminhada acadêmica, entrelaçando prática profissional e produção científica em uma trajetória que se fortaleceu a cada passo.

Assim como em todas as etapas anteriores da minha trajetória, o mestrado também me trouxe desafios e surpresas. O objeto de estudo que me foi proposto, o estresse oxidativo/nitrosativo, destoava completamente da minha área de atuação, centrada até então na urgência e emergência. No entanto, aceitei o convite da minha orientadora, Profa. Dra. Aline Franco da Rocha, que já havia me acompanhado na residência como coorientadora, e que mais uma vez me acolheu e me instigou a enxergar novos caminhos. Confiei que, por ser ela, o processo daria certo, independentemente do tema. E assim foi: surpreendi-me ao abraçar um assunto que, à primeira vista, parecia distante, mas que se revelou profundamente relevante para a saúde e, sobretudo, para a saúde do trabalhador.

Durante o percurso, houve uma mudança significativa na orientação do trabalho. Por circunstâncias de força maior, a Profa. Dra. Aline precisou se afastar da orientação, momento em que a Profa. Dra. Renata Perfeito Ribeiro assumiu a continuidade do processo. A transição ocorreu de forma tranquila e

acolhedora, uma vez que a professora Renata já integrava o grupo de pesquisa e o projeto maior do qual esta dissertação é derivada. Sua chegada trouxe novas contribuições e perspectivas, fortalecendo o desenvolvimento e a validação do estudo, sem prejuízos à trajetória já construída, mas, ao contrário, agregando ainda mais consistência ao trabalho.

Compreender o estresse oxidativo/nitrosativo como fenômeno que se origina no nível mais elementar da vida, no átomo, e que se propaga até a complexidade do organismo humano, foi uma experiência transformadora. Percebi o quanto fatores ocupacionais e contextos laborais podem interferir nesse equilíbrio, gerando repercussões que ultrapassam a biologia e alcançam a qualidade de vida daqueles que cuidam.

Esse percurso também foi marcado pela necessidade de aprender a dialogar com outras áreas do conhecimento, trabalhando em equipe com profissionais de diferentes departamentos e campos científicos. Realizar experimentos, dominar técnicas laboratoriais e lidar com instrumentos fora da rotina da enfermagem foram desafios que, mais do que ampliar competências, ressignificaram minha formação. Esse processo de interdisciplinaridade alinhados aos princípios de ciência aberta agregou valor à minha trajetória acadêmica, aproximando ainda mais a assistência da pesquisa e fortalecendo minha identidade como enfermeiro e docente em formação.

A presente dissertação é parte integrante das pesquisas desenvolvidas no GeesT coordenado pela Profa. Dra. Renata Perfeito Ribeiro. Tradicionalmente, os estudos do grupo têm se debruçado sobre os riscos ocupacionais que interferem na saúde de trabalhadores e sobre as estratégias de enfrentamento desses riscos. O trabalho que ora apresento contempla uma nova linha de investigação, paralela e complementar, que amplia essa perspectiva ao considerar também os riscos metabólicos e bioquímicos envolvidos no processo de adoecimento do trabalhador.

Este estudo, intitulado “Avaliação do estresse oxidativo/nitrosativo em trabalhadores da saúde que atuam em unidades de terapia intensiva” tem como objetivo avaliar os biomarcadores de estresse oxidativo/nitrosativo em trabalhadores da saúde que atuam na assistência a paciente críticos em unidades de terapia intensiva, analisando suas possíveis associações com características ocupacionais, clínicas, sociodemográficas e com o estresse relacionado ao trabalho. Ao percorrer

este estudo, você poderá compreender como processos invisíveis, de origem atômica e molecular, podem refletir diretamente na vida e no cuidado daqueles que, diariamente, dedicam-se a salvar vidas.

2 CONTEXTUALIZAÇÃO

2.1 Estresse oxidativo/Estresse nitrosativo

O oxigênio é essencial para a vida aeróbica e o metabolismo celular, contudo, aproximadamente 1% a 2% do oxigênio consumido é convertido em Espécies Reativas de Oxigênio (ROS) como subproduto natural da respiração mitocondrial (GULCIN, 2025). Radicais livres são definidos como átomos ou moléculas com elétrons desemparelhados, o que os torna altamente instáveis e reativos, sendo derivados principalmente de oxigênio, nitrogênio e enxofre (GULCIN, 2025; ÜREMIŞ; ÜREMIŞ, 2025).

O estresse oxidativo ocorre quando há um desequilíbrio entre a produção de ROS e a capacidade do sistema de defesa antioxidante de neutralizar esses intermediários reativos (IRATO; SANTOVITO, 2021). Esse desequilíbrio, se não devidamente regulado, pode levar a danos moleculares em lipídios, proteínas e ácidos nucleicos, resultando em "sofrimento oxidativo" (GULCIN, 2025). Importa destacar que o estresse oxidativo/nitrosativo é definido como “um desequilíbrio entre oxidantes e antioxidantes em favor dos oxidantes, levando a uma interrupção da sinalização e controle redox e/ou dano molecular” (HALLIWELL; GUTTERIDGE, 2015).

Paralelamente, o estresse nitrosativo refere-se à produção excessiva de Espécies Reativas de Nitrogênio (RNS), como o óxido nítrico (NO) e o peroxinitrito (ONOO⁻). O NO, embora atue como uma molécula de sinalização vital em níveis fisiológicos, pode reagir com o ânion superóxido para formar o peroxinitrito, um potente agente oxidante e nitrante capaz de modificar proteínas, lipídios e Ácido Desoxirribonucleico (DNA) (ÜREMIŞ; ÜREMIŞ, 2025).

Tal desequilíbrio relaciona-se a inúmeras doenças crônicas (CHEN et al., 2024) e até mesmo a eventos histopatológicos relacionados a doenças neurodegenerativas, carcinogênese, degeneração renal, acidentes cardiovasculares e encefalovasculares (JIANG; STOCKWELL; CONRAD, 2021; MAO et al., 2021).

2.2 Biomarcadores de estresse oxidativo/nitrosativo

O estresse oxidativo/nitrosativo, apesar de ser um fenômeno bioquímico complexo, é passível de avaliação por meio da quantificação de

biomarcadores (CHOROMANSKA et al., 2020a). A avaliação pode envolver tanto a mensuração direta das espécies reativas, quanto de seus produtos de decomposição ou danos em biomoléculas (PENNA; PAGLIARO, 2025; PÉREZ-TORRES et al., 2020).

Os biomarcadores são essenciais para determinar a extensão do dano celular. No contexto da peroxidação lipídica, que afeta a integridade das membranas celulares, destacam-se o malondialdeído (MDA) e o ácido 4-hidroxi-2-nonenal-mercaptúrico (HNE-MA), além da 8-isoprostaglandina F2 (8-isoPGF2), considerada um marcador robusto de oxidação lipídica in vivo (CHENG et al., 2022).

Somam-se a estes biomarcadores os hidroperóxidos lipídicos (LOOH), compostos tóxicos cujo acúmulo reflete danos lipídicos irreparáveis e resulta na ruptura da membrana celular. A elevação desses hidroperóxidos ocorre especialmente quando a enzima antioxidante glutathione peroxidase 4 (GPX4) falha em convertê-los em álcoois lipídicos não tóxicos, sendo esse acúmulo uma característica definidora do estresse oxidativo severo e da morte celular mediada por ferroptose (CHEN et al., 2024).

Para a avaliação de danos ao DNA, a 8-hidroxi-2'-desoxiguanosina (8-OHdG) é amplamente utilizada como indicador de dano oxidativo, enquanto a 8-nitroguanina (8-NO2Gua) sinaliza danos nitrosativos e nitrativos aos ácidos nucleicos (CHENG et al., 2022).

Especificamente para o estresse nitrosativo, a 3-nitrotirosina (3-NT) é um biomarcador crítico. Ela é formada pela nitração de resíduos de tirosina em proteínas, mediada por espécies reativas de nitrogênio como o peroxinitrito, indicando modificação proteica e estresse nitro-oxidativo sistêmico (MOMOT et al., 2023; WU et al., 2023).

Neste mesmo contexto de danos às proteínas, destacam-se os Produtos Avançados de Oxidação Proteica (AOPPs). Estruturalmente, os AOPPs são produtos proteicos com ligações cruzadas que contêm carbonila, ditirosina e pentosidina, originados a partir da reação entre proteínas plasmáticas e oxidantes clorados (Tan *et al.*, 2025).

Embora sejam consolidados como marcadores inovadores de dano proteico mediado por estresse oxidativo, os AOPPs apresentam uma dupla função patológica: atuam não apenas como biomarcadores de danos já ocorridos, mas também como indutores ativos de mais estresse oxidativo, contribuindo ativamente

para a progressão de doenças. Esse acúmulo é capaz de desencadear a geração de espécies reativas de oxigênio (ROS) intracelulares por meio da família de enzimas NADPH oxidase (NOX), promovendo danos severos que podem culminar na morte celular por apoptose (Tan *et al.*, 2025).

Adicionalmente, o sistema de defesa antioxidante é fundamental para a manutenção da homeostase redox e proteção celular. Este é categorizado em dois grupos principais: enzimáticos e não enzimáticos. A defesa enzimática atua como uma barreira primária e inclui enzimas chave como a superóxido dismutase (SOD), responsável pela dismutação do ânion superóxido, além da catalase (CAT) e da glutatona peroxidase (GPx), que previnem a formação de radicais livres ao decompor peróxidos (Gulcin, 2025).

Em conjunto, atuam os antioxidantes não enzimáticos, que funcionam interrompendo as reações em cadeia dos radicais livres. Este grupo abrange tanto moléculas endógenas, como a glutatona, quanto compostos exógenos obtidos na dieta, incluindo vitaminas (C e E), carotenoides e polifenóis, que sequestram espécies reativas ou auxiliam no reparo de danos oxidativos (Irrato; Santovito, 2021; Gulcin, 2025).

No ambiente extracelular e circulatório, ganha destaque o sistema de defesa antioxidante associado às lipoproteínas. A lipoproteína de alta densidade (HDL) atua como uma plataforma organizadora indispensável na proteção de outras lipoproteínas e membranas celulares contra danos oxidativos, função que exerce ao remover e inativar ativamente os hidroperóxidos lipídicos. Essa capacidade antioxidante da HDL é essencialmente dependente da atividade das enzimas a ela associadas (Linton *et al.*, 2023).

Neste contexto, a enzima paraoxonase 1 (PON1) desponta como a defesa enzimática mais importante ligada à HDL, catalisando a hidrólise direta de peróxidos lipídicos. A eficácia protetora da PON1 é fortemente amplificada pela sua ligação cooperativa à apolipoproteína A-I (ApoA-I), a principal proteína estrutural da HDL, que não apenas estabiliza a PON1, mas também contribui com sua própria atividade antioxidante intrínseca na redução de lipídios oxidados (Linton *et al.*, 2023).

2.3 Fatores influenciadores nos biomarcadores do estresse oxidativo/nitrosativo

Diversos fatores podem modular os níveis dos biomarcadores,

variando desde condições fisiológicas intrínsecas até exposições ambientais. Fatores externos que contribuem para a produção de radicais livres incluem poluição ambiental, radiação, uso de medicamentos, tabagismo e exposição a solventes industriais ou ozônio (GULCIN, 2025).

Comorbidades preexistentes também exercem influência significativa. Condições como obesidade, diabetes tipo 2 e hipertensão estão associadas a uma inflamação sistêmica e cardíaca que eleva marcadores como a mieloperoxidase (MPO) e a 3-nitrotirosina, intensificando o estresse nitrosativo/oxidativo (MOMOT et al., 2023). Além disso, a homeostase hormonal desempenha um papel relevante; por exemplo, o aumento do metabolismo e do consumo de oxigênio tecidual, bem como a exposição a disruptores endócrinos ambientais (como ftalatos), podem alterar o equilíbrio redox e os níveis de hormônios tireoidianos, refletindo-se na alteração de biomarcadores de peroxidação lipídica e danos ao DNA (CHENG et al., 2022).

A variabilidade genética individual nas defesas antioxidantes, como a expressão de heme oxigenase-1 (HO-1), também pode determinar a suscetibilidade de um indivíduo aos danos causados por exposições oxidativas, como a fumaça ou poluentes (WU et al., 2023).

2.4 Estresse oxidativo/nitrosativo e saúde do trabalhador

O tema saúde ocupacional tem ganhado grande destaque nas últimas décadas por sua relevância, especialmente ao considerar a alta prevalência de exposições ocupacionais à fatores de risco relacionados à saúde (HULSHOF et al., 2021). Estas exposições são potencialmente prejudiciais ao organismo humano por ocasionarem doenças agudas e crônicas e induzirem ao desenvolvimento de cânceres a partir de potenciais alterações metabólicas-celulares desencadeadas no processo (ANDERSEN, 2024; LEACHI et al., 2024; CHEN et al., 2024).

A exposição à riscos em saúde de trabalhadores em seus ambientes laborais permeia diversos setores do mercado, seja na indústria (SJOGREN et al., 2022), Saneamento (MUZAINI et al., 2021), agricultura, construção civil, serviço militar e mineração (GIBB et al., 2024). Nessa diversidade, inclui-se o segmento da saúde, onde os trabalhadores também estão expostos a uma variedade de riscos que os tornam vulneráveis à agravos físicos, emocionais e sociais (SHENOY;

WEBER, 2021).

Os trabalhadores atuantes nos serviços de saúde comumente enfrentam uma complexa matriz de doenças ocupacionais, como os distúrbios musculoesqueléticos que se manifestam principalmente na região lombar, pescoço, ombro e punho/mão, resultantes da manutenção e repetição de posturas inadequadas por longos períodos no trabalho, atingindo diversas categorias como enfermeiros, fisioterapeutas, dentistas e cirurgiões, com prevalência superior a 80,0% (JACQUIER-BRET; GORGE, 2023).

Para além das doenças físicas, o ambiente do serviço de saúde é marcado por riscos psicossociais preocupantes; um estudo em trabalhadores da saúde revelou que 74,5% dos participantes vivenciaram algum tipo de violência no local de trabalho, e 34,1% apresentaram transtornos psicológicos (SAJEDIAN et al., 2023).

O estresse ocupacional pode ser definido como um conjunto de respostas físicas e emocionais nocivas que surgem quando os requisitos do trabalho não são compatíveis com as capacidades, recursos ou necessidades do colaborador (GIRMA et al., 2021). No ambiente da saúde, esses riscos psicossociais tornam-se crônicos quando as demandas laborais excedem a habilidade de enfrentamento do indivíduo, podendo evoluir para o esgotamento profissional, ou burnout, que se caracteriza por exaustão extrema, sentimentos de cinismo ou despersonalização e uma percepção reduzida de realização pessoal (TALEBIAZAR et al., 2025).

Diversos fatores atuam como exemplos de riscos psicossociais, incluindo a alta carga de trabalho, jornadas prolongadas e a exposição contínua a eventos traumáticos, especialmente em setores de alta pressão como unidades de emergência (TALEBIAZAR et al., 2025). Além disso, elementos organizacionais como a falta de apoio social entre colegas, a baixa autonomia nas decisões e o conflito entre as demandas do trabalho e da vida familiar são preditores críticos que elevam o estresse e prejudicam o bem-estar mental (OFTUNG; TYSEN, 2025).

Nos serviços de saúde, a rotina dos trabalhadores é marcada por situações como: alta demanda de trabalho, elevada carga horária de trabalho, jornadas extensas, contato frequente com o sofrimento humano e necessidade constante de tomada de decisões rápidas, que impactam diretamente na saúde desses trabalhadores (SAPIERNE et al., 2023; GOMES et al., 2021). No contexto hospitalar, a UTI destaca-se como um dos ambientes de maior exigência e

complexidade na assistência à manutenção da vida (NYARKO, 2023) uma vez que os trabalhadores atuantes nesta unidade de cuidados, lidam constantemente com emergências e situações que requerem conhecimento técnico-científico para embasar a tomada de decisões, muitas vezes sob intensa pressão (RAMÍREZ-ELVIRA, 2021).

Estudos relacionados à saúde ocupacional de trabalhadores da saúde enfatizam aspectos subjetivos do sofrimento físico e psíquico, contudo, para além desse tipo de sofrimento, amplamente investigados (CHEETAM et al., 2021; QUESADA-PUGA, 2024; RAMÍREZ-ELVIRA, 2021; COHEN et al., 2023), é necessário considerar que tais exposições também podem ser expressas por meio de respostas biológicas de adaptação celular, como o estresse oxidativo/nitrosativo (RODRIGUES et al., 2024).

Na UTI, o estresse oxidativo/nitrosativo dos trabalhadores pode ser ativado em resposta aos mais variados estímulos ambientais e psicossociais inerentes as atividades desenvolvidas, aos quais estes trabalhadores da saúde estão expostos (RODRIGUES et al., 2024). Quando este tipo de adaptação celular é mantido ou estimulado por longos períodos, acontece o dano oxidativo que por sua vez, pode resultar em alterações celulares e adoecimento para os expostos a esta reação química celular (RODRIGUES et al., 2024; CHEN et al., 2024).

O cuidado com a saúde do trabalhador demanda uma abordagem que transcenda a visão tradicional e mecanicista, integrando a compreensão de que os processos de trabalho são determinantes sociais diretos da relação saúde-doença (HURTADO et al., 2022). Nesse cenário, a persistência de lacunas conceituais e normativas reforça a urgência de políticas públicas mais eficazes que fortaleçam a Vigilância em Saúde do Trabalhador, especialmente frente aos novos riscos psicossociais e à crescente precarização laboral (SANTOS et al., 2024).

A necessidade dessa intervenção estatal e institucional torna-se ainda mais evidente em contextos de alta complexidade, como os serviços de saúde, onde a exposição a jornadas extenuantes e a fragilidade na biossegurança frequentemente resultam em quadros severos de exaustão física e esgotamento mental (MACHADO et al., 2023). Tais condições impõem aos profissionais um desgaste ergonômico elevado, manifestado por estresses psicológicos e fisiológicos que podem comprometer a integridade biológica e levar a desfechos de saúde crônicos (MACHADO et al., 2023; SANTOS et al., 2024).

Portanto esta dissertação é apresentada em formato de artigo científico para responder à seguinte questão de pesquisa: Trabalhadores que atuam em Unidades de Terapia Intensiva apresentam alterações nos biomarcadores de estresse oxidativo/nitrosativo?

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo Geral

Avaliar os níveis de biomarcadores de Estresse Oxidativo/Nitrosativo e sua relação com característica sociodemográfica, ocupacional, clínica e hábitos de vida dos trabalhadores da saúde que atuam em unidades de terapia intensiva.

3.1.1 Objetivos Específicos

1. Caracterizar o perfil sociodemográfico, ocupacional, clínico e hábitos de vida dos trabalhadores de Unidade de Terapia Intensiva.
2. Analisar o nível dos biomarcadores de Estresse Oxidativo/Nitrosativo dos trabalhadores de Unidade de Terapia Intensiva.
3. Correlacionar o perfil sociodemográfico, ocupacional, clínico e hábitos de vida com os níveis de biomarcadores de Estresse Oxidativo/Nitrosativo dos trabalhadores de Unidade de Terapia Intensiva.

4 RESULTADOS

4.1 ESTUDO 1

5.1.1 BIOMARCADORES DE EXTRESSE OXIDATIVO/NITROSATIVO EM TRABALHADORES DE UNIDADES DE TERAPIA INTENSIVA

4.1.2 RESUMO/ABSTRACT

Introdução: O ambiente de alta complexidade da Unidade de Terapia Intensiva expõe os trabalhadores a estressores físicos e psicossociais que podem desencadear desequilíbrio redox. Tais exposições favorecem o desenvolvimento de estresse oxidativo/nitrosativo, gerando respostas biológicas e danos celulares passíveis de avaliação por meio de biomarcadores específicos. **Objetivo:** Avaliar os níveis de biomarcadores de Estresse Oxidativo/Nitrosativo e sua relação com característica sociodemográfica, ocupacional, clínica e hábitos de vida dos trabalhadores da saúde que atuam em unidades de terapia intensiva. **Método:** Estudo transversal realizado em hospital escola no Norte do Paraná, entre março de 2024 e setembro de 2025, com 50 trabalhadores da saúde de Unidades de Terapia Intensiva. Foram coletados dados sociodemográficos, ocupacionais, antropométricos, Índice de Massa Corporal e hábitos de vida. Utilizou-se para a avaliação do estresse ocupacional a Escala de Estresse no Trabalho e foram coletadas amostras sanguíneas para mensuração dos biomarcadores de estresse Oxidativo/Nitrosativo. As análises incluíram estatística descritiva, comparações de grupos (Mann–Whitney U e Kruskal–Wallis com *post-hoc*) e correlações de Spearman. **Resultados:** A amostra foi predominantemente feminina (86,0%), com trabalhadores da Enfermagem (84,0%), com mediana de idade 29 anos e Índice de Massa Corporal (IMC) de 27,8 kg/m², com 82,0% dos participantes classificados como sobrepeso ou algum grau de obesidade. O estresse ocupacional apresentou 72,0% baixo nível e 28% alto nível, sendo os estressores mais relevantes a comunicação com a chefia (86,0%) e a jornada prolongada de trabalho (70,0%). Os resultados da análise dos biomarcadores foram heterogêneos, sem diferenças significativas entre categorias de estresse ou Índice de Massa Corporal, exceto tendência positiva para Produtos Avançados de Oxidação Proteica não mantida após ajuste. Correlações positivas surgiram entre tempo de atuação na Unidade de

Terapia Intensiva e Peroxidação Lipídica e Subprodutos de Óxido Nítrico, e entre Índice de Massa Corporal e Subprodutos de Óxido Nítrico, enquanto o escore de estresse ocupacional apresentou correlações fracas e negativas com alguns antioxidantes. **Conclusão:** O estresse Oxidativo/Nitrosativo em trabalhadores jovens e clinicamente saudáveis parece ser mantido por mecanismos compensatórios, podendo ser mais influenciado por fatores crônicos e individuais do que pelo estresse ocupacional. Estudos longitudinais com maior amostra e biomarcadores diversificados são necessários para compreender a complexidade do estresse oxidativo/nitrosativo em trabalhadores de terapia intensiva.

Descritores: Saúde Ocupacional; Estresse Ocupacional; Unidade de Terapia Intensiva; Estresse Oxidativo; Estresse Nitrosativo; Biomarcadores

Introduction: The highly complex environment of the Intensive Care Unit exposes workers to physical and psychosocial stressors that can trigger redox imbalance. Such exposures favor the development of oxidative/nitrosative stress, generating biological responses and cellular damage that can be assessed using specific biomarkers. **Objective:** To evaluate the levels of oxidative/nitrosative stress biomarkers and their relationship with sociodemographic, occupational, clinical, and lifestyle characteristics of healthcare workers in intensive care units. **Method:** A cross-sectional study was conducted at a teaching hospital in northern Paraná between March 2024 and September 2025 with 50 healthcare workers from intensive care units. Sociodemographic, occupational, and anthropometric data, body mass index, and lifestyle habits were collected. The Work Stress Scale was used to assess occupational stress, and blood samples were collected to measure oxidative/nitrosative stress biomarkers. The analyses included descriptive statistics, group comparisons (Mann–Whitney U and Kruskal–Wallis with post-hoc), and Spearman correlations. **Results:** The sample was predominantly female (86.0%), with nursing professionals (84.0%), a median age of 29 years, and a Body Mass Index (BMI) of 27.8 kg/m², with 82.0% of participants classified as overweight or obese to some degree. Occupational stress was low in 72.0% and high in 28%, with the most relevant stressors being communication with management

(86.0%) and long working hours (70.0%). The results of the biomarker analysis were heterogeneous, with no significant differences between stress categories or Body Mass Index, except for a positive trend for Advanced Protein Oxidation Products that was not maintained after adjustment. Positive correlations emerged between length of service in the Intensive Care Unit and Lipid Peroxidation and Nitric Oxide Byproducts, and between Body Mass Index and Nitric Oxide Byproducts, while the occupational stress score showed weak and negative correlations with some antioxidants. Conclusion: Oxidative/nitrosative stress in young, clinically healthy workers appears to be maintained by compensatory mechanisms and may be more influenced by chronic and individual factors than by occupational stress. Longitudinal studies with larger samples and diverse biomarkers are needed to understand the complexity of oxidative/nitrosative stress in intensive care workers.

Keywords: Occupational Health; Occupational Stress; Intensive Care Unit; Oxidative Stress; Nitrosative Stress; Biomarkers

4.1.3 INTRODUÇÃO

A saúde de trabalhadores tem sido amplamente discutida nas últimas décadas em razão da crescente exposição à diferentes contextos e atividades laborais. A atuação em múltiplas áreas e a presença de diversos fatores de risco aumentam a vulnerabilidade dos trabalhadores, favorecendo o surgimento de agravos à saúde. Esses agravos não se restringem às manifestações físicas, podendo envolver também alterações metabólicas e celulares que comprometem a saúde do trabalhador. (HULSHOF et al., 2021; ANDERSEN, 2024; CHEN et al., 2024; LEACHI et al., 2024).

No contexto do trabalho em saúde, os trabalhadores desse segmento estão expostos a riscos ocupacionais com características singulares. Esses riscos, ao se apresentarem de maneira complexa e inter-relacionada, envolvem não apenas aspectos físicos, mas também demandas emocionais inerentes ao cuidado de outras pessoas. Essa singularidade do trabalho em saúde pode favorecer o desenvolvimento de repercussões que se manifestam nos âmbitos físico, psicológico e social, impactando diretamente a saúde desses profissionais. (SHENOY; WEBER, 2021).

Os trabalhadores da saúde enfrentam riscos variados que os tornam suscetíveis a agravos físicos, emocionais e sociais (SHENOY; WEBER, 2021). Entre os ambientes assistenciais, as Unidades de Terapia Intensiva (UTI) se destacam por concentrarem atividades de alta complexidade, ritmo intenso, decisões imediatas e exposição contínua ao sofrimento e à morte. Essas características tornam os trabalhadores da UTI especialmente vulneráveis ao desgaste ocupacional (GOMES et al., 2021; SAPIERNE et al., 2023; NYARKO, 2023).

Apesar disso, grande parte das pesquisas sobre saúde ocupacional na área da saúde concentra-se em desfechos subjetivos, como Estresse, Síndrome de *Burnout*, fadiga e sofrimento moral (CHEETHAM et al., 2021; COHEN et al., 2023). Embora relevantes, tais abordagens oferecem uma dimensão do problema e não capturam alterações biológicas subjacentes às demandas laborais (RODRIGUES et al., 2024).

Nesse cenário, o Estresse Oxidativo/Nitrosativo (EO/EN) emerge como um importante caminho fisiopatológico. O desequilíbrio entre espécies reativas e sistemas antioxidantes resulta em danos lipídicos, proteicos e genômicos, comprometendo vias de sinalização celular e contribuindo para o aparecimento de doenças crônicas, cardiovasculares e neurodegenerativas (HALLIWELL; GUTTERIDGE, 2015; JIANG; STOCKWELL; CONRAD, 2021).

Em trabalhadores expostos a ambientes de trabalho com altas demandas e exposição a riscos ocupacionais, esse desequilíbrio entre as espécies reativas e os antioxidantes, pode ser desencadeado por fatores físicos, ambientais e psicossociais presentes de forma contínua no trabalho em UTI (RODRIGUES et al., 2024; LEACHI et al., 2024).

Nas últimas duas décadas, a investigação científica tem elucidado a correlação entre o ambiente laboral de trabalhadores da saúde e o desenvolvimento de desequilíbrio redox. Um estudo reportou que a manipulação de quimioterápicos antineoplásicos por farmacêuticos e enfermeiros induz flutuações em biomarcadores de lipoperoxidação e modulações na atividade enzimática antioxidante, mesmo com o uso adequado de equipamentos de proteção individual (NESS et al., 2021).

De forma semelhante, a exposição crônica aos resíduos de gases anestésicos em centros cirúrgicos tem sido associada à instabilidade genômica e ao comprometimento das defesas celulares contra radicais livres (LUCIO et al., 2016).

No âmbito psicossocial e organizacional, pesquisas com enfermeiros de emergência e trabalhadores em diferentes turnos revelam que a alta demanda de trabalho, o excesso de comprometimento e o estresse psicológico elevam significativamente os níveis de oxidantes sistêmicos ao término da jornada laboral (ULAS et al., 2012; BARDHAN et al., 2019).

Persistem lacunas relevantes na literatura quanto à caracterização do EO/EN em trabalhadores da saúde, especialmente naqueles atuantes em UTI. Embora alguns estudos tenham incluído profissionais desse setor (RODRIGUES et al., 2024), as investigações ainda são limitadas e, em geral, não aprofundam a análise dos biomarcadores associados ao EO/EN nesse contexto específico.

A complexidade do ambiente intensivo, marcada pela assistência contínua a pacientes críticos e pela elevada exigência cognitiva e emocional, reforça a necessidade de estudos que considerem essas particularidades de forma isolada em relação a outros cenários assistenciais (ULAS et al., 2012).

Diante dessa lacuna, tem-se a seguinte questão de pesquisa: Trabalhadores que atuam em UTI apresentam alterações no nível de estresse e nos biomarcadores de EO/EN?

Para respondê-la, este estudo tem-se como objetivo analisar os níveis de biomarcadores de Estresse Oxidativo/Nitrosativo e sua relação com o estresse ocupacional em trabalhadores da saúde atuantes em Unidades de Terapia Intensiva.

4.1.4 MATERIAL E MÉTODO

Trata-se de um estudo transversal que avaliou a exposição e desfecho de participantes em determinado recorte de tempo (Wang; Cheng, 2020), planejado sob as diretrizes do *check list Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology* (STROBE) (Equator Network, 2008).

Esta pesquisa foi realizada em um hospital escola do norte do Paraná, referência para o Sistema Único de Saúde (SUS), que atende pacientes de 250 municípios do estado e mais 100 cidades de outros estados, de várias regiões do país, principalmente São Paulo, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e Rondônia.

Este hospital realiza atendimentos de grande complexidade, configurando-se como hospital de nível terciário, com pronto socorro, unidades de

internação adultos e infantil, maternidade para referência a partos de risco, UTI adulto, infantil e neonatal, com 430 leitos ativos de atendimento.

A população do estudo foram trabalhadores da saúde que prestam assistência aos pacientes internados em UTI. As UTI de escolha para o desenvolvimento foram as UTI 2 e 3, com um total de 92 trabalhadores de saúde distribuídos nas seguintes profissões: médicos, enfermeiros, técnicos de enfermagem, fisioterapeutas, em todos os turnos de trabalho. As UTI foram selecionadas pela similaridade de recursos humanos, estrutura física e perfil clínico dos pacientes atendidos, além do processo de trabalho adotado.

A amostra do estudo foi definida por conveniência, caracterizada como um método de amostragem não probabilístico no qual os participantes foram selecionados com base na acessibilidade, disponibilidade ou interesse em participar da pesquisa, sendo amplamente utilizada em estudos clínicos e ocupacionais quando outras estratégias não são viáveis (STRATTON, 2021).

Este tipo de amostra foi escolhido em virtude das características operacionais do estudo e da natureza do público-alvo, facilidade de acesso aos participantes e à disponibilidade dos trabalhadores que atuavam nas UTI, além da logística envolvida na coleta de material biológico e da aplicação dos instrumentos de pesquisa durante o turno de trabalho.

Foram considerados como critérios de inclusão: trabalhadores atuantes na assistência aos pacientes internados, com carga horária de no mínimo seis horas/dia nas duas UTI e para critérios de exclusão: trabalhadores em férias e licenças durante o período da coleta de dados.

O estudo foi desenvolvido entre março de 2024 e setembro de 2025, em três fases distintas: (1) Recrutamento dos participantes; (2) Caracterização dos participantes, avaliação do estresse ocupacional e coleta do material biológico; Fase (3) Análise laboratorial das amostras sanguíneas coletadas; (4) Análise estatística dos dados.

Fase (1) Recrutamento dos participantes: Nesta fase os trabalhadores que atenderam os critérios de inclusão foram convidados a participar do estudo por meio de um convite verbal, individual e presencial dos pesquisadores. Na abordagem foram informados sobre os objetivos da pesquisa e seu processo de desenvolvimento. Aos que aceitaram participar da pesquisa, foi disponibilizado Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) de forma impressa para leitura

e coleta da assinatura de ambas as partes (pesquisador e participante) (**APÊNDICE I**).

Fase (2) Caracterização dos participantes, avaliação do estresse ocupacional e coleta de amostras biológicas: Para a caracterização sociodemográfica e ocupacional e hábitos de vida dos participantes foi utilizado um formulário eletrônico (*Google Forms*) elaborado pelos pesquisadores, composto por informações como: nome, sexo, idade, raça/cor autodeclarada e estado civil, categoria profissional, tempo de atuação, número de vínculos, tipo de vínculo, turno de trabalho, carga horária diária, comorbidades, medicamentos de uso contínuo, tabagismo, etilismo e prática de exercícios físicos.

Adicionalmente, foram coletadas informações referentes ao sono, incluindo a autoavaliação da qualidade do sono, o número de horas dormidas no último ciclo de descanso e o tempo, em horas, em vigília no momento da coleta de dados. A coleta de dados abrangeu também os dados antropométricos (peso, altura) para cálculo do Índice de Massa Corpórea (IMC), Frequência Cardíaca (FC), Pressão Arterial (PA), Saturação de Oxigênio Periférica (SPO₂) e Glicemia Capilar (**APÊNDICE II**).

Para a coleta das informações antropométricas, foi utilizada balança eletrônica antropométrica (Marca: Welmy, Modelo: W200A), com capacidade máxima de 200 kg e precisão de 50 g e fita métrica inelástica (Marca: Sanny/Incoterm), com extensão de 200 cm e divisão de 0,1 cm.

Para aferição da FC e SpO₂ foi utilizado oxímetro de pulso digital (Marca: G-Tech, Modelo: OLED Graph). A Glicemia Capilar foi verificada por meio de Hemoglicoteste (HGT), utilizando o glicosímetro (Marca: Accu-Chek, Modelo: Active/Guide) e tiras reagentes correspondentes, e a PA por meio de esfigmomanômetro digital de braço (Marca: Omron, Modelo: Control+ HEM-7122), devidamente calibrado. Todos os dados foram coletados previamente a coleta das amostras de sangue, a fim de que o ato da punção venosa não interferisse nos resultados da coleta de dados clínicos.

O formulário com os dados antropométricos (peso, altura) para cálculo do IMC, frequência cardíaca, pressão arterial, saturação de oxigênio periférica e glicemia capilar foi preenchido pelo pesquisador principal de acordo com os resultados apresentados pelos equipamentos e as respostas obtidas dos participantes.

Para avaliação do Estresse Ocupacional, foi utilizada a Escala de Estresse no Trabalho (EET) (**ANEXO A**), elaborada e validada (Alpha de Cronbach 0,91), possui 23 itens com enunciados negativos e aborda tanto agentes estressores quanto reações a estes estressores. Trata-se de uma escala do tipo *likert* de cinco pontos que varia de discordo totalmente (1) a concordo totalmente (5). As categorias de classificação para o estresse foram estabelecidas por níveis: baixo (1,0 – 2,0) correspondendo a "discordo totalmente" e "discordo"; médio (2,01 – 2,99) para "concordo parcialmente"; alto (3,00 – 5,00), indicando "concordo" e "concordo totalmente" (Paschoal e Tamayo, 2004; Barbosa et al., 2025)

As amostras sanguíneas foram coletadas para determinação dos biomarcadores de EO/EN. Os participantes foram devidamente informados sobre o procedimento, bem como, o supervisor responsável pela unidade de lotação do trabalhador, haja vista que as coletas foram realizadas durante horário e no local de trabalho, na sala de acolhimento social das UTI.

O ambiente foi organizado pelos pesquisadores, de forma a adaptá-lo para a coleta das amostras sanguíneas, prezando pela não circulação de pessoas não envolvidas na pesquisa, garantindo a privacidade do participante. A sala é equipada com climatizadores de ar ambiente, de modo a promover um ambiente agradável e confortável para os participantes e a equipe de pesquisa e com pia para a lavagem das mãos (Sociedade Brasileira de Patologia Clínica/Medicina Laboratorial, 2010).

A coleta foi realizada por enfermeiro especialista, com experiência assistencial e qualificação profissional em acesso vascular. Foi coletado sangue venoso por meio de punção periférica à vácuo em região de fossa cubital. Os participantes permaneceram sentados em uma cadeira, com o antebraço apoiado sobre suporte, localizado aproximadamente na altura dos ombros. Após o braço ser garroteado no ponto médio do úmero foi realizada a antisepsia da pele com algodão embebido em álcool 70%.

A punção venosa foi realizada com escalpe e o sangue aspirado em quatro tubos de coleta à vácuo, sendo dois tubos com gel separador e dois com com Ácido Etilenodiamino Tetra-Acético Tripotássico (EDTA-K3), coletados na ordem apresentada. Apenas os tubos contendo EDTA-K3 foram homogeneizados por inversão suave de 8 a 10 vezes, conforme recomendação técnica, a fim de garantir a

adequada mistura do sangue com o anticoagulante. (Sociedade Brasileira de Patologia Clínica/Medicina Laboratorial, 2010).

Em seguida, as amostras foram devidamente identificadas com código de identificação único, acondicionadas e transportadas ao laboratório de análises clínicas. As amostras de sangue foram centrifugadas a 3600 XG, acondicionadas em tubos tipo *ependorf* e depois armazenadas em freezer à temperatura de -80°C , até o momento das análises (Sociedade Brasileira de Patologia Clínica/Medicina Laboratorial, 2010).

Fase (3) Análise laboratorial das amostras sanguíneas coletadas: Os biomarcadores elegíveis para a avaliação do EO/EN foram: Hidroperóxidos Lipídicos (LOOH), Subprodutos de Óxido Nítrico (NOx), Produtos Avançados de Oxidação Proteica (AOPP), Atividade da Paraoxonase – 1 (PON – 1), Superóxido Dismutase (SOD), Catalase (CAT), Glutathione Total (GT), Glutathione Reduzida (GSH) e Glutathione Oxidada (GSSG).

A determinação da formação de LOOH por quimiluminescência estimulada por t-butil foi empregada para analisar os níveis de LOOH presentes no soro. Este teste baseia-se no consumo das defesas antioxidantes e a formação de LOOH resultando em um aumento da emissão de fótons, ou seja, em um aumento de quimiluminescência que está relacionado com o EO (Flecha, Llesuy e Boveris, 1991).

O experimento foi realizado em um luminômetro Glomax (TD 20/20). Todo o experimento foi realizado ao abrigo da luz para evitar a fosforescência, a 30°C , durante 60 minutos. Os resultados foram expressos em unidades relativas de luz (URL) e a curva obtida foi utilizada como um indicador qualitativo do processo de lipoperoxidação. Os resultados quantitativos foram obtidos após a integração da área sobre a curva original utilizando o *software* Origin Lab 9 (Flecha, Llesuy e Boveris, 1991).

O NOx é um gás muito instável e rapidamente se degrada nos subprodutos nitratos e nitritos, que podem ser detectados no soro. O método de detecção baseia-se na redução de nitrato a nitrito, mediada por reações de óxido-redução ocorridas entre o nitrato presente na amostra e o sistema cádmio-cobre dos reagentes, com posterior diazotização e detecção colorimétrica do azo composto formado pela adição do reagente de Griess. A quantificação de NOx foi feita em leitora de microplacas Asys Expert Plus, Biochrom® (Holliston, MA, EUA), sendo as

leituras feitas em 540 nm. A concentração de óxido nítrico foi expressa em μM (Navarro-González, García-Benayas e Arenas, 1998).

A oxidação proteica foi avaliada através da quantificação dos Produtos Avançados de Oxidação Proteica (AOPP). Este método baseia-se no princípio colorimétrico em que proteínas oxidadas, contendo cromóforos como pentosidinas, carbonilos e ditirosinas, reagem com o iodeto de potássio (KI) em meio ácido (ácido cítrico). A leitura da reação foi realizada em uma leitora de microplaca marca Perkin Elmer®, modelo EnSpire (Waltham, MA, EUA) no comprimento de onda de 340 nm, faixa onde esses compostos apresentam absorbância. A concentração de AOPP foi calculada utilizando uma curva padrão e expressa em $\mu\text{moles/L}$ de equivalentes de Cloramina T (Hanasand et al, 2012).

A atividade total da PON-1 foi determinada pela formação de hidrólise do fenil- acetato (fenol). A taxa de hidrólise de fenil-acetato foi determinada em uma leitora de microplacas, marca Perkin Elmer®, modelo EnSpire (Waltham, MA, EUA) no comprimento de onda de 270 nm, medidos durante 4 minutos (16 leituras com intervalo de 15 segundos entre as leituras) com a temperatura mantida a 25°. A atividade foi expressa em U/mL com base no coeficiente de extinção molar do fenil-acetato que equivale a $1,31\text{mMol/Lcm}^{-1}$ (Richter, Jarvik e Furlong, 2009).

A atividade da enzima SOD nos eritrócitos foi determinada usando o método do pirogalo. Esta técnica baseia-se na inibição que esta enzima promove na auto-oxidação do pirogalo em solução aquosa. A quantidade de SOD capaz de inibir 50% da oxidação do pirogalo será definida como uma unidade de atividade enzimática. A leitura da reação da SOD foi realizada em uma leitora de microplacas, marca Perkin Elmer®, modelo EnSpire (Waltham, MA, EUA) com o comprimento de onda de 420nm. Resultados foram expressos em USOD/min/gHb (Marklund et al. 1974).

A análise da atividade da CAT foi feita através da medida do decaimento na concentração de H_2O_2 e da geração do oxigênio. A leitura foi realizada em uma leitora de microplacas, marca Perkin Elmer®, modelo EnSpire (Waltham, MA, EUA) no comprimento de onda de 240 nm. Os resultados foram expressos em ABS/min/gHb (Aebi, 1984).

A formação do ácido tionitrobenzóico (TNB) foi monitorada espectrofotometricamente em 412 nm através do sobrenadante de soro e DTNB adicionado em microplacas de fundo plano, resultante da reação de duas moléculas

de GSH e uma do ácido ditio-bis-nitrobenzóico. Na presença da glutathione redutase e de NADPH, a GSSG resultante da primeira reação (ou aquele que já estava presente na amostra) foi reconvertido em GSH que foi re-oxidado a GSSG formando mais TNB, e obtendo-se as quantidades de GT presente na amostra. A quantidade de GSSG foi obtida por cálculo através da subtração da GT-GSH/2 (Tietze et al.1969).

Todos os experimentos foram desenvolvidos no Laboratório de Pesquisa e Pós-Graduação (LPG) da instituição de estudo com apoio de especialistas e docentes na área do estudo.

Fase (4) Análise estatística dos dados: Nesta fase do estudo, para a organização e análise estatística dos dados foi realizada dupla checagem planilha de *Microsoft Excel* que continha os dados ocupacionais, estilo de vida e laboratoriais dos participantes a fim de estabelecer maior acurácia no processo de curadoria dos dados (referência).

As análises foram realizadas no *IBM SPSS Statistics* v.20.0 e as visualizações gráficas foram geradas no *RStudio* v.4.5.2. Inicialmente procedeu-se a verificação da normalidade das variáveis contínuas pelo teste de Shapiro–Wilk. Em razão da distribuição predominantemente não paramétrica, as variáveis contínuas foram sumarizadas por mediana e intervalo interquartil (Q1–Q3); quando pertinente e justificável (variáveis com distribuição aproximada à normalidade) foram também apresentadas como média $\pm$ desvio-padrão para fins descritivos. As variáveis categóricas foram descritas por número absoluto (n) e frequência relativa (%).

A concordância intersubjetiva dos padrões de resposta foi mensurada pelo coeficiente de concordância de Kendall (W). Para comparações entre grupos, utilizou-se o teste de Mann–Whitney U (categorias de estresse ocupacional: baixo vs. alto) e o teste de Kruskal–Wallis (categorias de IMC), com posterior comparação *post-hoc* corrigida por Bonferroni quando aplicável.

As associações entre biomarcadores e variáveis antropométricas, ocupacionais, psicossociais e de estilo de vida foram realizadas por meio da correlação de Spearman (ρ), apresentada em matriz de correlações e visualizada graficamente no R. Em todas as análises adotou-se um nível de significância de 5% ($p < 0,05$) e testes bicaudais.

No presente estudo envolvendo seres humanos, foi realizado o armazenamento de material biológico, em conformidade com as diretrizes éticas

estabelecidas pelas Resoluções nº 466/2012 e nº 441/2011 do Conselho Nacional de Saúde, que regulamentam, respectivamente, pesquisas com seres humanos e o uso e armazenamento de material biológico humano (Brasil, 2012; Brasil; 2011).

O projeto de pesquisa foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da universidade de estudo (**ANEXO B**), com parecer número 6.856.076.

4.1.5 RESULTADOS

A amostra do estudo foi composta por 50 trabalhadores de saúde das UTI 2 e 3. As características sociodemográficas, ocupacionais, clínicas bem como hábitos de vida dos participantes são apresentados na **Tabela 1**. Observou-se predominância de trabalhadores da Enfermagem (84,0%), com mediana de idade de 29 anos. O tempo médio de atuação em UTI foi de $4,7 \pm 4,4$ anos. Quanto à qualidade do sono, 64,0% dos participantes classificaram-na como ruim ou satisfatória. A presença de comorbidades foi referida por 56,0% dos trabalhadores.

Tabela 1 - Características sociodemográficas, ocupacional, clínica e hábitos de vida dos trabalhadores das Unidades de Terapia Intensiva, Londrina, Paraná, Brasil, 2026

Característica	N (%)
Sociodemográfica	
Idade (anos)	29 (26-37) *
Sexo	
Masculino	7 (14,0)
Feminino	43 (86,0)
Raça/Cor	
Branca	34 (68,0)
Preta	3 (6,0)
Parda	7 (14,0)
Amarela	6 (12,0)
Estado Civil	
Solteiro	27 (54,0)
Casado	14 (28,0)
Divorciado	3 (6,0)
União estável	6 (12,0)
Faixa salarial	
R\$ 2.825,00 à 5.648,00	28 (56,0)
Maior que R\$ 5.648,00	22 (44,0)
Característica Ocupacional	
Categoria profissional	
Enfermeiro	30 (60,0)
Técnico de enfermagem	8 (16,0)
Enfermeiro residente	4 (8,0)
Médico	1 (2,0)
Médico residente	4 (8,0)
Fisioterapeuta	3 (6,0)
Tempo de atuação em UTI (anos)	4 (2-6) *
Carga horária semanal	42 (42-42) *
Turno de trabalho	
Matutino	12 (24,0)

Vespertino	13 (26,0)
Integral diurno	11 (22,0)
Integral noturno	14 (28,0)
Hábitos de vida	
Autoavaliação da qualidade do sono	
Muito ruim	3 (6,0)
Ruim	16 (32,0)
Satisfatória	16 (32,0)
Boa	9 (18,0)
Muito boa	6 (12,0)
Tabagismo	
Sim	8 (16,0)
Não	42 (84,0)
Etilismo	
Sim	35 (70,0)
Não	15 (30,0)
Prática de exercício físico	
Sim	26 (52,0)
Não	24 (48,0)
Característica clínica	
Índice de massa corporal	27,8 (26,3-32,1) *
Comorbidades	
Sim	28 (56,0)
Não	22 (44,0)
Doenças crônicas não transmissíveis	
Sim	5 (10,0)
Não	45 (90,0)
Medicações de uso contínuo	
Sim	30 (60,0)
Não	20 (40,0)

Nota: Variáveis categóricas apresentadas em n (%). * A normalidade das variáveis contínuas foi avaliada pelo teste de Shapiro–Wilk. Como as variáveis apresentaram distribuição não normal ($p < 0,05$), foram descritas em mediana e intervalo interquartil (P25–P75).

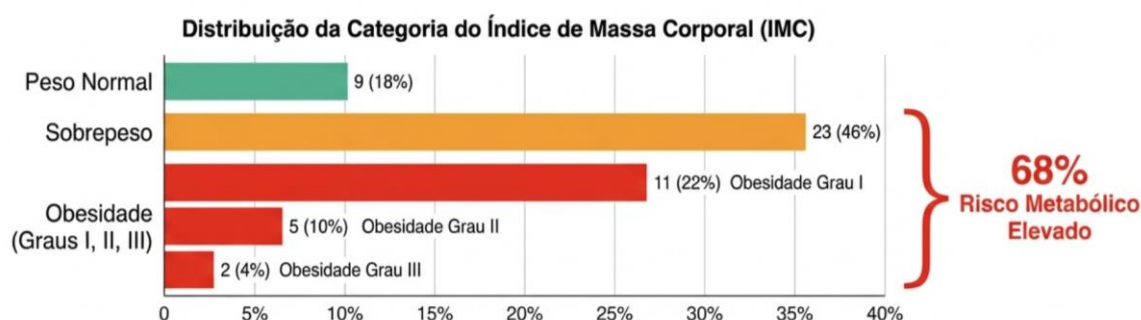
Em relação às características clínicas dos trabalhadores da Unidade de Terapia Intensiva, 28 (56,0%) relataram presença de comorbidades. Dentre esses, 5 (17,8% dos que referiram comorbidades; 10,0% da amostra total) apresentavam Doenças Crônicas Não Transmissíveis (DCNT), incluindo hipertensão arterial sistêmica, dislipidemia, obesidade, pré-diabetes, hipotireoidismo e arritmias cardíacas.

As demais comorbidades referidas apresentaram caráter heterogêneo, contemplando condições relacionadas à saúde mental, agravos osteomusculares, distúrbios ginecológicos, alterações gastrointestinais, doenças hematológicas e inflamatórias, além de anemia e talassemia. No que se refere à pressão arterial aferida pontualmente, 40 (80,0%) trabalhadores apresentaram valores dentro da normalidade, enquanto 10 (20,0%) apresentaram níveis acima dos valores de referência.

Quanto ao uso contínuo de medicamentos, 30 (60,0%) trabalhadores relataram utilização regular. Entre estes, destacaram-se fármacos psicoativos (18,0%), hipoglicemiantes e anti-hipertensivos (4,0%) e suplementação com polivitamínicos ou compostos naturais (22,0%), sugerindo coexistência de manejo farmacológico tanto de condições clínicas estabelecidas quanto de estratégias preventivas ou complementares.

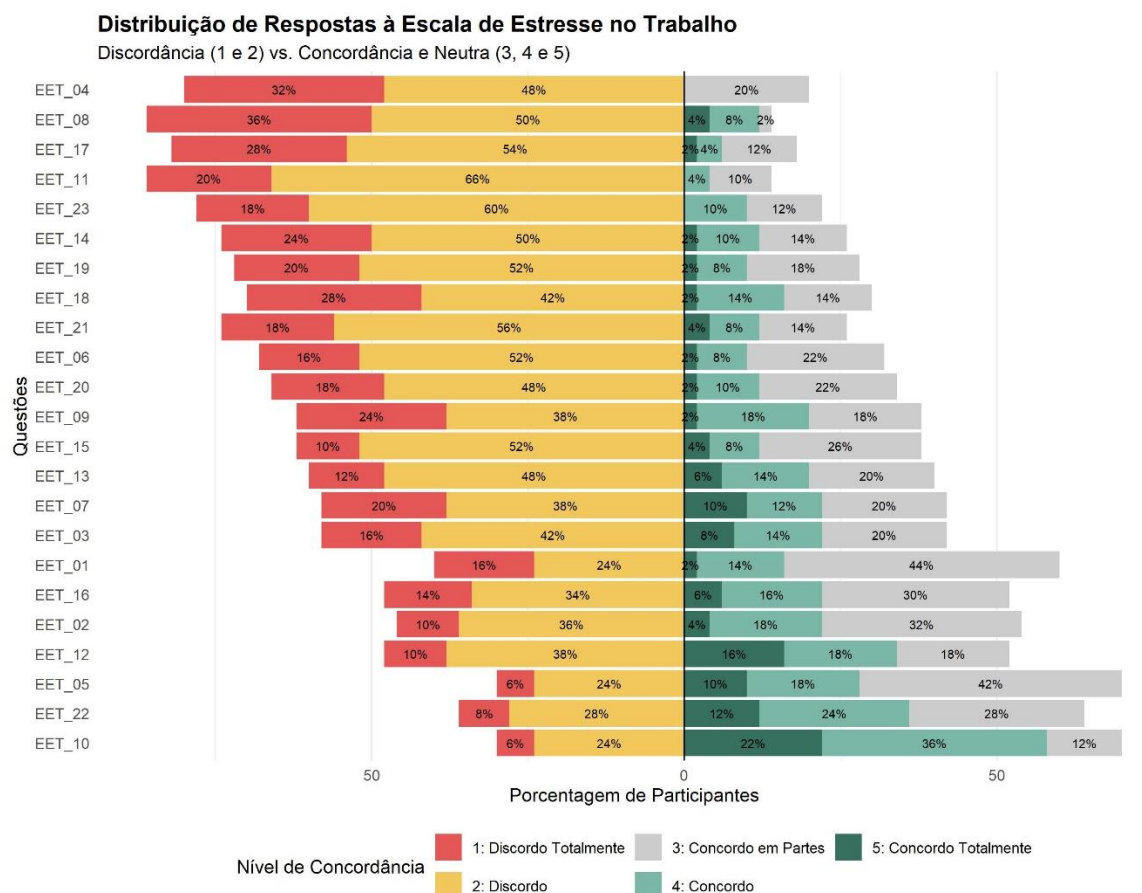
Em relação ao estado nutricional, o índice de massa corporal (IMC) mediano foi de 27,8 IIQ:26,3-32,1 kg/m², situando a mediana do grupo na faixa de sobrepeso. A análise categórica do IMC evidenciou distribuição assimétrica, com maior concentração nas categorias de risco aumentado como representa a **Figura 1**.

Figura 1. Distribuição da categoria do Índice de Massa Corporal dos trabalhadores de Unidades de Terapia Intensiva, Londrina, Paraná, Brasil, 2026



Na **Figura 1** é apresentada a distribuição das respostas dos participantes em relação ao Estresse no trabalho.

Figura 2 - Distribuição de respostas relacionadas ao Estresse no Trabalho dos trabalhadores de Unidades de Terapia Intensiva, Londrina, Paraná, Brasil, 2026



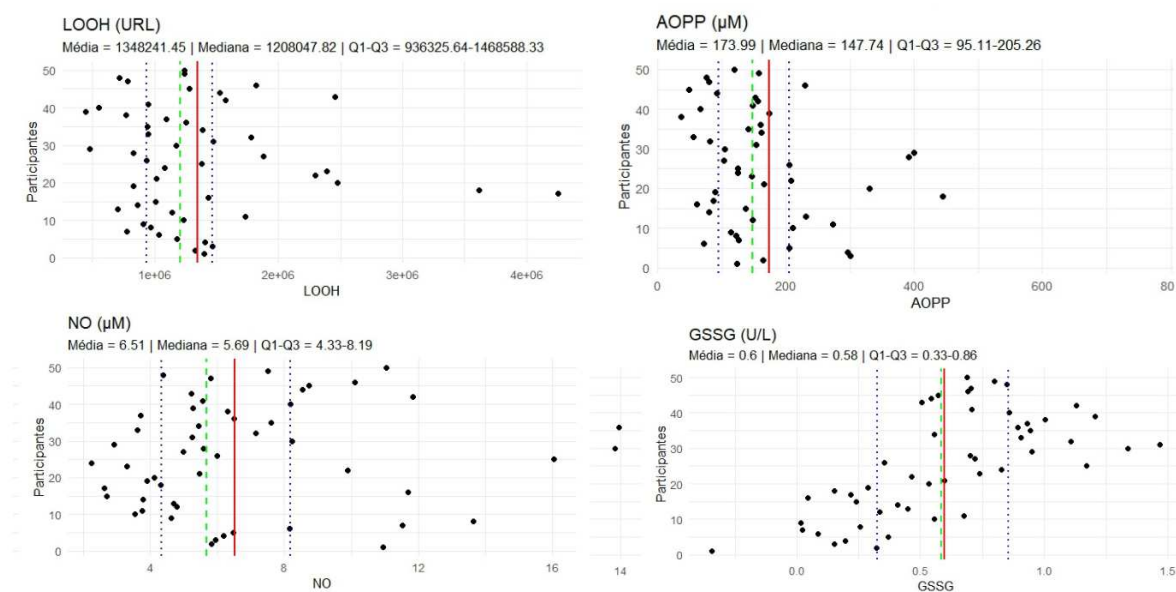
Os itens oito e 11 do instrumento, que avaliam respectivamente: “Sinto-me incomodado por meu superior tratar-me mal na frente de colegas de trabalho” e “Sinto-me incomodado com a comunicação existente entre mim e meu superior”, apresentaram o maior quantitativo de discordância (86,0%).

Paralelamente, o item 10: “Fico de mau humor por ter que trabalhar durante muitas horas seguidas”, apresentou 70,0% de concordância entre os trabalhadores das UTI. O Estresse no Trabalho foi classificado como baixo estresse (75,0%) e alto estresse (25,0%) entre os trabalhadores das UTI.

Coeficiente de Concordância de Kendall (Wt) foi calculado para avaliar a consistência dos padrões de resposta entre os participantes ao longo dos 23 itens. Os resultados indicaram que a concordância entre os participantes é significativa ($W=0.288; \chi^2(49)=325; p<0.001$), de modo que rejeita a hipótese de respostas aleatórias. Contudo, o coeficiente sugere que o grau de acordo se classifica entre fraco a moderado.

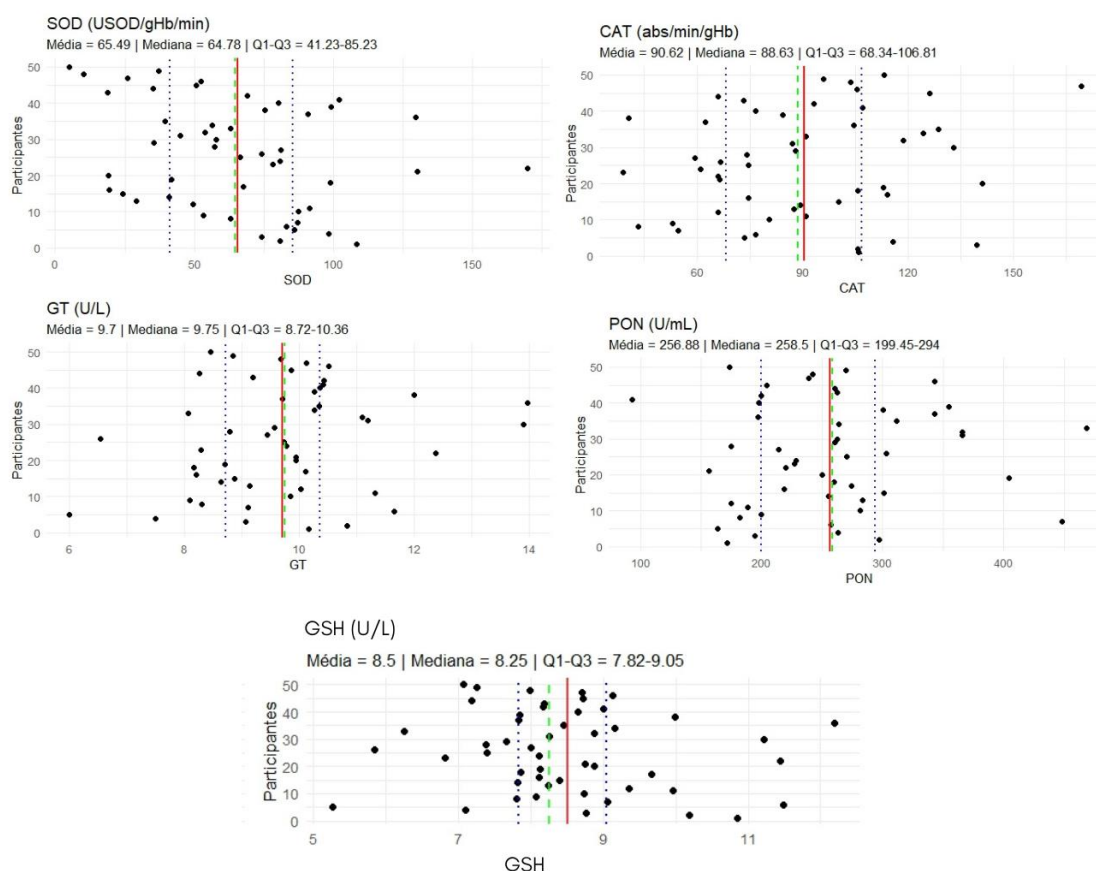
As **Figura 3 e 4** apresentam a distribuição dos biomarcadores pró-oxidantes e antioxidantes analisados nos trabalhadores das UTI, respectivamente.

Figura 3 - Distribuição dos biomarcadores pró-oxidantes analisados nos trabalhadores das UTI, Londrina, Paraná, Brasil, 2026.



Notas: Cada ponto representa um participante. A linha vertical sólida em vermelho indica o valor da Média, e as linhas verticais pontilhadas em cinza, verde e cinza representam o primeiro Quartil (Q1), a mediana e o terceiro Quartil (Q3), respectivamente. LOOH: Hidroperóxidos Lipídicos; NO: Metabólitos do Óxido Nítrico; AOPP: Produtos Avançados de Oxidação de Proteínas; GSSG: Glutaciona Oxidada.

Figura 4 - Distribuição dos biomarcadores anti-oxidantes analisados nos trabalhadores das UTI, Londrina, Paraná, Brasil, 2026.



Notas: Cada ponto representa um participante. A linha vertical sólida em vermelho indica o valor da Média, e as linhas verticais pontilhadas em cinza, verde e cinza representam o primeiro Quartil (Q1), a mediana e o terceiro Quartil (Q3), respectivamente.; PON: Paraoxonase-1; SOD: Superóxido Dismutase; CAT: Catalase; GT: Glutathione Total; GSH: Glutathione Reduzida.

Na **Tabela 2** estão descritos os coeficientes de correlação entre os biomarcadores de estresse oxidativo e as características antropométricas, ocupacionais, padrão de sono e estresse no trabalho dos participantes do estudo.

Tabela 2 – Correlação entre biomarcadores de estresse oxidativo/nitrosativo e características antropométricas, ocupacionais, estresse no trabalho e hábitos de vida de trabalhadores das Unidades de Terapia Intensiva. Londrina, Paraná, Brasil, 2026

	Tempo Formação (anos)		Tempo de atuação em UTI (anos)		Horas Dormidas		IMC		Estresse no Trabalho	
	Correlação	P	Correlação	P	Correlação	P	Correlação	P	Correlação	P
LOOH (URL)	0.211	0.141	0.301	0.033	-0.137	0.341	0.352	0.012	-0.224	0.119
Nox (µM)	-0.123	0.395	-0.302	0,033	0.231	0.107	-0.202	0.159	-0.062	0.671
AOPP (µM)	0.075	0.602	0.169	0.240	-0.202	0.160	0.437	0,001	-0.006	0.969
PON-1 (U/mL)	-0.086	0.553	-0.184	0.200	-0.099	0.492	-0.008	0.954	0.131	0.363
SOD (USOD/gHb/min)	0.000	0.998	0.061	0.674	-0.126	0.383	0.006	0.966	-0.263	0.065
CAT(abs/min/gHb)	0.110	0,448	0.100	0.491	0.141	0.328	-0.136	0.347	-0,077	0.597
GT (U/L)	-0.031	0.817	-0.082	0.573	0.025	0.861	-0.111	0.443	-0.147	0.307
GSH (U/L)	0.034	0.817	-0.036	0.806	0.140	0.333	-0.143	0.321	-0.114	0.429
GSSG (U/L)	-0.146	0.312	-0.073	0.616	-0.184	0.201	-0.042	0.772	-0.086	0.551

Notas: Todos os resultados são apresentados como coeficiente de correlação ρ . $P < 0,05$. Análise realizada pelo teste de correlação de Spearman. LOOH: Hidroperóxidos Lipídicos; Nox: Metabólitos do Óxido Nítrico; AOPP: Produtos Avançados de Oxidação de Proteínas; PON-1: Paraoxonase-1; SOD: Superóxido Dismutase; CAT: Catalase; GT: Glutathione Total; GSH: Glutathione Reduzida; GSSG: Glutathione Oxidada; IMC: Índice de Massa Corporal.

Os biomarcadores de estresse oxidativo foram analisados segundo o nível de Estresse relacionado ao Trabalho (baixo, moderado e alto), não sendo observadas diferenças estatisticamente significativas entre os grupos para nenhuma das variáveis analisadas (**Tabela 3**).

Tabela 3 – Distribuição dos biomarcadores de estresse oxidativo/nitrosativo segundo nível de Estresse relacionado ao trabalho dos trabalhadores de Unidades de Terapia Intensiva, Londrina, Paraná, Brasil, 2026

Biomarcador	Baixo estresse (n=36)	Alto estresse (n=14)	p-Valor
LOOH (URL)	1176395,015 (945329,1862–1496123,518)	1259661,172 (826284,1519-1470005,142)	0,914
Nox (Mm)	5,97169994 (4,14666422-8,21552128)	5,11467689 (4,31143234-8,16746391)	0,619
AOPP (Mm)	144,25350 (91,22650-185,41850)	150,96900 (102,56500-329,84600)	0,399
PON-1 (U/MI)	261,40250 (198,62300-300,60650)	256,25100 (214,08400-270,16000)	0,666
SOD (USOD/gHb/min)	68,39900 (46,27700-86,60700)	53,37750 (35,52000-82,98700)	0,531
CAT (abs/min/gHb)	94,61800 (66,22300-113,61700)	85,69600 (74,55400-89,32800)	0,545
GT (U/L)	9,81350 (8,57400-10,42150)	9,64700 (8,78800-10,15900)	0,812
GSH (U/L)	8,55450 (7,81700-9,09650)	8,06150 (7,82100-8,87800)	0,635
GSSG (U/L)	0,63600 (0,33800-0,85350)	0,49050 (0,15300-0,95000)	0,681

Notas: Dados apresentados em mediana (intervalo interquartil – Q1–Q3). Comparações realizadas pelo teste de Mann-Whitney. Não foram observadas diferenças estatisticamente significativas entre os grupos ($p > 0,05$). LOOH: Hidroperóxidos Lipídicos; Nox: Metabólitos do Óxido Nítrico; AOPP: Produtos Avançados de Oxidação de Proteínas; PON-1: Paraoxonase-1; SOD: Superóxido Dismutase; CAT: Catalase; GT: Glutathione Total; GSH: Glutathione Reduzida; GSSG: Glutathione Oxidada.

Quando analisados segundo as categorias do índice de massa corporal, observou-se diferença estatisticamente significativa apenas para AOPP no teste global de Kruskal-Wallis ($H = 11,94$; $df = 4$; $p = 0,018$); entretanto, após ajuste de Bonferroni nas comparações múltiplas, nenhuma diferença entre as categorias de IMC permaneceu significativa (**Tabela 4**).

Tabela 4 – Distribuição dos biomarcadores de estresse oxidativo/nitrosativo segundo categorias do índice de massa corporal em trabalhadores de Unidade de Terapia Intensiva, Londrina, Paraná, Brasil, 2026

Biomarcador	Peso normal (n=9)	Sobrepeso (n=23)	Obesidade I (n=11)	Obesidade II (n=5)	Obesidade III (n=2)	p-Valor
LOOH (URL)	944892,1046 (777263,1810- 1180532,303)	1172257,726 (930338,0506- 1518012,228)	1091759,473 (991590,1097- 1426160,118)	1385447,027 (1237538,743- 1470005,142)	1931879,610 (1406875,722- 2456883,498)	0,217
Nox (µM)	6,47401384 (4,39381639- 7,59764085)	6,31611106 (4,88468807- 9,31283115)	4,11691442 (3,41893838- 5,90876767)	5,44650157 (5,24054143- 5,58380833)	5,69708641 (5,21765697- 6,17651586)	0,397
AOPP (µM)	123,32200 (79,36500- 141,28800)	119,13500 (83,29050- 158,81800)	165,70800 (136,22950- 270,27850)	160,99800 (157,51000- 391,24500)	224,05450 (152,45100- 295,65800)	0,018*
PON-1 (U/mL)	283,54300 (241,92700- 365,89700)	218,92400 (197,34000- 272,378500)	260,28400 (227,94450- 289,44650)	264,00000 (259,82000- 269,81900)	263,12000 (262,82700- 263,413000)	0,564
SOD (USOD/gHb/min)	53,72000 (39,38000- 85,98000)	67,69800 (50,13250- 82,013500)	78,27000 (49,32050- 84,08300)	56,48000 (44,98000- 57,16000)	58,56100 (18,90000- 98,22200)	0,907
CAT (abs/min/gHb)	91,04200 (87,53000- 106,00100)	93,22300 (74,63950- 113,10800)	66,39200 (61,65600- 84,20800)	96,01300 (87,03000- 105,61600)	94,57400 (73,37400- 115,77400)	0,277
GT (U/L)	9,13400 (8,63400- 10,15900)	10,11800 (9,25300- 10,91300)	9,70100 (8,29500- 9,894500)	8,84500 (8,78800- 10,269000)	8,34000 (7,49300- 9,18700)	0,117
GSH (U/L)	8,24000 (7,82100- 8,87500)	8,71500 (8,12200- 9814000)	7,83700 (7,42250- 8,74150)	7,86500 (7,38300- 8,25800)	7,63950 (7,10100- 8,17800)	0,106
GSSG (U/L)	0,44700 (0,36900- 0,90500)	0,68800 (0,26350- 0,87500)	0,55700 (0,44400- 0,78300)	0,70200 (0,55500- 0,79700)	0,35000 (0,19600- 0,50400)	0,804

Notas: Dados apresentados em mediana (intervalo interquartil – Q1–Q3). Comparações realizadas pelo teste de Kruskal-Wallis. * $p < 0,05$ para o teste global; após ajuste de Bonferroni nas comparações post-hoc da AOPP, nenhuma comparação entre categorias de IMC foi significativa. LOOH: Hidroperóxidos Lipídicos; Nox: Metabólitos do Óxido Nítrico; AOPP: Produtos Avançados de Oxidação de Proteínas; PON-1: Paraoxonase-1; SOD: Superóxido Dismutase; CAT: Catalase; GT: Glutathione Total; GSH: Glutathione Reduzida; GSSG: Glutathione Oxidada; IMC: Índice de Massa Corporal.

4.1.6 DISCUSSÃO

O presente estudo evidenciou a predominância de mulheres na amostra, refletindo o perfil majoritário da enfermagem nos serviços de terapia

intensiva. Observou-se que, embora parte dos trabalhadores apresentasse características classicamente associadas a um cenário pró-oxidativo, como sobrepeso, obesidade e exposição a fatores ocupacionais potencialmente estressores, houve predominância de baixo estresse relacionado ao trabalho e ausência de um padrão robusto de alteração nos biomarcadores de estresse oxidativo/nitrosativo. Os achados sugerem possível capacidade adaptativa do sistema antioxidante e reforçam a natureza multifatorial e heterogênea da resposta redox em trabalhadores da saúde.

No estudo observou-se a predominância de mulheres, dado comum em pesquisas com trabalhadores da saúde (Mattos et al., 2025; Rodrigues et al., 2024). Essa prevalência justifica-se pelo fato de a amostra ser composta majoritariamente por profissionais de enfermagem, categoria que representa 50% da força de trabalho da saúde no Brasil. De acordo com Machado et al. (2016), a enfermagem permanece como uma profissão hegemonicamente feminina, apresentando um contingente de 85,1% de mulheres. Assim, o perfil da categoria profissional predominante na amostra, válida e fundamenta o achado da maioria feminina no estudo.

As variáveis sobrepeso e obesidade compõem um cenário pró-oxidativo e nitrosativo (Pérez-Torres *et al.*, 2020). A literatura ainda aponta que quanto maior o grau de obesidade, maior a concentração de produtos de glicoxidação proteica (Choromaska *et al.*, 2020a) e menor a glutathione reduzida (GSH), evidenciando o desequilíbrio óxido-redutivo (Choromanska *et al.*, 2020b).

Embora os biomarcadores não tenham apresentado associação com os níveis de estresse psicológico, o perfil da amostra corresponde a um contexto classicamente relacionado ao estresse oxidativo/nitrosativo (Halliwell; Gutteridge, 2015). Assim, apesar da ausência de diferença estatística, permanece relevante a discussão sobre o uso de indicadores biológicos como ferramentas complementares na avaliação da carga ocupacional, especialmente diante de fatores crônicos como tempo de atuação e IMC.

A carga horária de trabalho também pode ser fator de estresse no trabalho, pois a avaliação da prevalência de fatores associados ao estresse no trabalho em setores hospitalares apontou que carga horária superior a 40 horas semanais estava associada 62,7% à níveis médios/altos de estresse de trabalhadores da saúde (Barbosa *et al.*, 2025).

Outro fator que pode ser destacado como desencadeador de estresse no trabalho, para além da carga excessiva, é a realização de plantões noturnos, que está diretamente relacionada a privação do sono e por sua vez pode resultar em desmotivação, déficits cognitivos e redução da performance profissional (Rodrigues *et al.*, 2024).

Os resultados do presente estudo demonstram uma heterogeneidade na percepção da qualidade do sono dos participantes, sugerindo um ciclo irregular. Um estudo relatou que trabalhadores com menos de oito horas de sono, apresentam altos níveis de esgotamento (burnout) (Rodrigues *et al.*, 2024). Esta má qualidade do sono afeta, sobretudo, a categoria enfermagem, ao apresentarem níveis médio/altos de estresse no trabalho (Barbosa *et al.*, 2025).

Ainda nesse contexto, a literatura estabelece que o estresse psicossocial em humanos é frequentemente causado por longas jornadas e dificuldades no ambiente de trabalho, como o estresse ocupacional, e está associado ao estresse oxidativo/nitrosativo (Seidler *et al.*, 2022; Bobba-Alves *et al.*, 2023). Um estudo realizado com profissionais da UTI encontrou evidências de relação entre estresse ocupacional e estresse oxidativo a partir da correlação positiva entre o desenvolvimento de burnout e as concentrações de Substâncias Reativas ao ácido Tiobarbitúrico (TBARS) (Rodrigues *et al.*, 2024).

A classificação predominante de baixo estresse diverge de outros estudos, uma vez que estes apontam que trabalhadores que atuam em UTI apresentam forte propensão ao desenvolvimento da Síndrome de *Burnout*, e se tratando da categoria enfermagem, demonstram maior estresse ocupacional por exaustão emocional (Rodrigues *et al.*, 2024; Greenberg *et al.*, 2021).

Portanto, a predominância da categoria baixo estresse ocupacional percebido sugere possível adaptação biológica, uma vez conhecido que o estresse desencadeia respostas fisiológicas que promovem a sobrevivência (Bobba-Alves *et al.*, 2023). Essa adaptação pode ter contribuído para ausência de variações nos biomarcadores de estresse/oxidativo, no entanto, vale destacar que a ativação crônica dessas respostas resulta na desregulação e declínio metabólico-funcional, acelerando o envelhecimento (Bobba-Alves *et al.*, 2023).

Na avaliação dos biomarcadores de estresse oxidativo/nitrosativo, os resultados deste estudo sugerem que nos trabalhadores que compuseram a amostra, o sistema antioxidante apresenta capacidade de compensação suficiente

para evitar acúmulo detectável de espécies reativas de oxigênio e nitrogênio mesmo expostos à fatores ocupacionais potencialmente deletérios. Essa sugestão fundamenta-se no conhecimento de maior potencial antioxidante em populações jovens, principalmente se tratando do GSH, em indivíduos com estados não patológicos (Chen *et al.*, 2024).

A AOPP é um biomarcador altamente sensível à inflamação metabólica associada à obesidade (Halliwell, Gutteridge, 2015; Hanasand, *et al.*, 2012). Embora a diferença inicial observada no teste de Kruskal-Wallis ($p=0,018$) tenha perdido a significância após o ajuste, pode sim refletir uma tendência biológica real, embora sutil. Não significa ausência de efeito, mas sim limitação do tamanho amostral para a existência de múltiplas categorias.

Os biomarcadores de estresse oxidativo/nitrosativo apresentaram uma grande heterogeneidade. Os gráficos apresentam elevada dispersão revelando que a resposta oxidativa/nitrosativa é individualizada, podendo ser influenciada por múltiplos fatores como: genética, estilo de vida, microbiota, estado inflamatório subclínico, hábitos alimentares, polimorfismos de enzimas antioxidantes, entre outros (Chen *et al.*, 2024; Halliwell, Gutteridge, 2015). Portanto, não pode ser atribuída exclusivamente a exposições ocupacionais.

De igual forma, a falta de correlações robustas entre biomarcadores e as variáveis ocupacionais, sugerem que a UTI, isoladamente não é suficiente para gerar um perfil oxidativo uniforme entre trabalhadores. Os resultados reportados no presente, não estabelece um padrão de estresse oxidativo/nitrosativo robusto, no entanto reforça a importância de melhor compreensão da complexidade fisiológica, equilíbrio redox e adaptação ocupacional. Esta complexidade salienta que a avaliação do estresse oxidativo/nitrosativo em trabalhadores da saúde, sobretudo os que atuam em UTI, requer não somente algo linear, e sim abordagens integradas, multivariadas e longitudinais.

O presente estudo apresenta limitações inerentes ao seu delineamento transversal, o que impossibilita o estabelecimento de relações de causalidade entre os marcadores de estresse oxidativo/nitrosativo e as características clínicas, ocupacionais e de hábitos de vida dos trabalhadores. Além disso, a realização em um único serviço de saúde e o número reduzido de participantes limitam a generalização dos resultados. Ressalta-se ainda o uso de

informações autorreferidas para algumas variáveis, como comorbidades, hábitos de vida e sono, o que pode estar sujeito a viés de memória ou percepção individual.

No entanto, o estudo contribui de forma relevante para a área da saúde do trabalhador ao explorar, de maneira integrada, marcadores de estresse oxidativo/nitrosativo em profissionais atuantes em Unidade de Terapia Intensiva, um contexto caracterizado por elevada demanda física e emocional.

Por fim, os achados ampliam a compreensão sobre possíveis repercussões biológicas das condições de trabalho intensivo na saúde desses trabalhadores e fornecem subsídios para o desenvolvimento de estratégias de vigilância, prevenção e promoção da saúde, além de estimular futuras investigações com delineamentos longitudinais e amostras ampliadas.

4.1.7 CONCLUSÃO

Entre trabalhadores da saúde atuantes em Unidades de Terapia Intensiva, não foram observadas diferenças significativas nos níveis de biomarcadores de estresse oxidativo/nitrosativo entre categorias de estresse ocupacional ou de IMC, embora tendências biológicas sutis tenham sido identificadas. A predominância de baixo estresse no trabalho, associada à ampla heterogeneidade interindividual dos biomarcadores, sugere que fatores individuais, estilo de vida e possíveis mecanismos de adaptação fisiológica possam modular o equilíbrio redox desses trabalhadores, minimizando o impacto direto de exposições ocupacionais.

Observou-se que o sistema antioxidante da amostra, predominantemente jovem e clinicamente saudável, parece apresentar capacidade compensatória suficiente para manter a homeostase oxidativa, mesmo em contexto de demandas laborais elevadas. Embora não tenha sido identificada evidência robusta de estresse oxidativo/nitrosativo associado ao trabalho em UTI, os achados reforçam a complexidade das interações entre fatores ocupacionais, metabólicos e biológicos. Estudos com delineamentos longitudinais, maior poder amostral e inclusão de diferentes biomarcadores podem aprofundar a compreensão do estresse oxidativo/nitrosativo em trabalhadores da saúde que atuam em Unidade de Terapia Intensiva.

4.1.8 REFERÊNCIAS

AEBI, H. Catalase in vitro. *Methods in Enzymology*, v. 105, p. 121–126, 1894.

ANDERSEN, L. L. Health promotion and chronic disease prevention at the workplace. *Annual Review of Public Health*, v. 45, n. 1, p. 337-357, maio 2024. doi: 10.1146/annurev-publhealth-060222-035619.

BARDHAN, R. et al. A Cross Sectional Study Evaluating Psychosocial Job Stress and Health Risk in Emergency Department Nurses. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, v. 16, n. 18, 3243, p. 1-17, 2019.

BOBBA-ALVES, N.; STURM, G.; LIN, J.; WARE, S. A.; KARAN, K. R.; MONZEL, A. S.; BRIS, C.; PROCACCIO, V.; LENAERS, G.; HIGGINS-CHEN, A.; LEVINE, M.; HORVATH, S.; SANTHANAM, B. S.; KAUFMAN, B. A.; HIRANO, M.; EPEL, E.; PICARD, M. Cellular allostatic load is linked to increased energy expenditure and accelerated biological aging. *Psychoneuroendocrinology*, v. 155, 106322, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.psyneuen.2023.106322>

BRASIL. Conselho Nacional de Saúde. Resolução nº 441, de 12 de maio de 2011. Dispõe sobre o armazenamento e a utilização de material biológico humano no âmbito de projetos de pesquisa. *Diário Oficial da União*: seção 1, Brasília, DF, 13 jun. 2011.

BRASIL. Conselho Nacional de Saúde. Resolução nº 466, de 12 de dezembro de 2012. Aprova diretrizes e normas regulamentadoras de pesquisas envolvendo seres humanos. *Diário Oficial da União*: seção 1, Brasília, DF, 13 jun. 2013.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. NR 32 – Segurança e Saúde no Trabalho em Serviços de Saúde. Portaria MTb nº 485, de 11 de novembro de 2005. Publicada no DOU de 16 nov. 2005. Atualizada pelas Portarias MTE nº 939/2008, nº 1.748/2011, SEPRT nº 915/2019 e MTP nº 806/2022.

CHEETHAM, S.; NGO, H. T.; LIIRA, J.; LIIRA, H. Education and training for preventing sharps injuries and splash exposures in healthcare workers. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, v. 4, n. 4, CD012060, 14 abr. 2021. DOI: <https://doi.org/10.1002/14651858.CD012060.pub2>. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8094230/>. Acesso em: 4 ago. 2025.

CHEN, T. H.; WANG, H. C.; CHANG, C. J.; LEE, S. Y. Mitochondrial glutathione in cellular redox homeostasis and disease manifestation. *International Journal of Molecular Sciences*, v. 25, n. 2, p. 1314, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/ijms25021314>. Acesso em: 17 ago. 2025.

COHEN, C.; PIGNATA, S.; BEZAK, E.; TIE, M.; CHILDS, J. Workplace interventions to improve well-being and reduce burnout for nurses, physicians and allied healthcare professionals: a systematic review. *BMJ Open*, v. 13, n. 6, e071203, 29 jun. 2023. DOI: <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2022-071203>. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC10314589/>. Acesso em: 4 ago. 2025.

FLECHA, B.; LLESUY, S.; BOVERIS, A. Hydroperoxide-initiated chemiluminescence: an assay for oxidative stress in biopsies of heart, liver, and muscle. *Free Radical Biology and Medicine*, v. 10, p. 93–100, 1991.

GREENBERG, N.; WESTON, D.; HALL, C.; CAULFIELD, T.; WILLIAMSON, V.; FONG, K. Mental health of staff working in intensive care during COVID-19. *Occupational Medicine*, v. 71, n. 2, p. 62-67, 2021. DOI: 10.1093/occmed/kqaa220.

GOMES, M. R.; ARAÚJO, T. M.; SOARES, J. F. S.; SOUSA, C. C.; LUA, I. Estressores ocupacionais e acidentes de trabalho entre trabalhadores da saúde. *Revista de Saúde Pública*, v. 55, p. 98, 2021. Disponível em: <https://rsp.fsp.usp.br/pt-br/article/estressores-ocupacionais-e-acidentes-de-trabalho-entre-trabalhadores-da-saude/>. Acesso em: 2 ago. 2025. ISSN 1518-8787.

HALLIWELL, B.; GUTTERIDGE, J. M. C. Free radicals in biology and medicine. 5. ed. Oxford: Oxford University Press, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780198717478.001.0001>. Acesso em: 29 jul. 2025.

HANASAND, M. et al. Improved detection of advanced oxidation protein products in plasma. *Clinica Chimica Acta*, v. 413, n. 9–10, p. 901–906, 2012.

HULSHOF, C. T. J.; PEGA, F.; NEUPANE, S.; VAN DER MOLEN, H. F.; COLOSIO, C.; DAAMS, J. G.; DESCATHA, A.; K.C., P.; KUIJER, P. P. F. M.; MANDIC-RAJCEVIC, S.; MASCI, F.; MORGAN, R. L.; NYGÅRD, C. H.; OAKMAN, J.; PROPER, K. I.; SOLOVIEVA, S.; FRINGS-DRESEN, M. H. W. The prevalence of occupational exposure to ergonomic risk factors: a systematic review and meta-analysis from the WHO/ILO Joint Estimates of the work-related burden of disease and injury. *Environmental International*, v. 146, p. 106157, 2021. doi: 10.1016/j.envint.2020.106157.

JIANG, X.; STOCKWELL, B. R.; CONRAD, M. Ferroptosis: mechanisms, biology and role in disease. *Nature Reviews Molecular Cell Biology*, London, v. 22, n. 4, p. 266–282, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/s41580-020-00324-8>

LEACHI, H.; ROCHA, A. F.; PEIXE, T. S.; LOPES, L. P.; SOUZA, V. D. 1-Hidro-xipireno na urina de trabalhadores expostos ao fumo cirúrgico: relação com os sinais e sintomas. *Revista de Enfermagem Referência*, v. 6, n. 3, e33708, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.12707/RVI23.139.33708>. Acesso em: 13 ago. 2025.

LUCIO, L. M. C. et al. Riscos ocupacionais, danos no material genético e estresse oxidativo frente à exposição aos resíduos de gases anestésicos. *Revista Brasileira de Anestesiologia*, v. 66, n. 2, p. 34–44, 2016.

MARKLUND, S.; MARKLUND, G. Involvement of the superoxide anion radical in the autoxidation of pyrogallol and a convenient assay for superoxide dismutase. *European Journal of Biochemistry*, v. 47, n. 3, p. 469–474, 1974.

MACHADO, Maria Helena *et al.* Condições de trabalho e biossegurança dos profissionais de saúde e trabalhadores invisíveis da saúde no contexto da COVID-19 no Brasil. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 28, n. 10, p. 2809–2822, 2023a.

MACHADO, Maria Helena *et al.* Transformações no mundo do trabalho em saúde: os(as) trabalhadores(as) e desafios futuros. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 28, n. 10, p. 2773–2784, 2023b.

NAVARRO-GONZÁLEZ, J. A.; GARCÍA-BENAYAS, C.; ARENAS, J. Semiautomated measurement of nitrate in biological fluids. *Clinical Chemistry*, v. 22, n. 3, p. 679–681, 1998.

NYARKO, B. A.; YIN, Z.; CHAI, X.; YUE, L. Fadiga alarmante dos enfermeiros, fatores de influência e sua relação com o burnout nas unidades de cuidados intensivos: um estudo transversal. *Australian Critical Care*, v. 37, n. 2, p. 273–280, mar. 2024. Publicado online em: 12 ago. 2023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.aucc.2023.06.010>. Acesso em: 4 ago. 2025.

ONU. Organização das Nações Unidas. **Transformando Nosso Mundo: A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável**. [S.I.]: ONU, 2015. Disponível em: <https://sustainabledevelopment.un.org>. Acesso em: [11 de fev 2026]

PASCHOASL, T.; TAMAYO, Á. Validação da escala de estresse no trabalho. *Estudos de Psicologia (Natal)*, v. 9, n. 1, p. 45–52, jan. 2004.

RICHTER, R. J.; JARVIK, G. P.; FURLONG, C. E. Methods in genetics and clinical interpretation. Determination of Paraoxonase 1 status without the use of toxic organophosphate substrates. *Journal of the American Heart Association*, p. 2–7, 2008.

RODRIGUES, L. A.; RODRIGUES, A. F. M.; BRUNETTI, M. N.; MICHELS, M.; ABATTI, M.; INDALECIO, A. et al. Association between occupational stress, markers of inflammation, and oxidative stress in intensive care unit workers: a cross-sectional study. *Revista Brasileira de Medicina do*

Trabalho, v. 22, n. 2, e20221049, 2024. DOI: <https://doi.org/10.47626/1679-4435-2022-1049>. Acesso em: 4 ago. 2025.

STRATTON, S. J. *Population research: convenience sampling strategies*. Prehospital and Disaster Medicine, v. 36, n. 4, p. 373–374, 2021. DOI: 10.1017/S1049023X21000649.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE PATOLOGIA CLÍNICA/MEDICINA LABORATORIAL. *Recomendações da Sociedade Brasileira de Patologia Clínica/Medicina Laboratorial para coleta de sangue venoso*. 2. ed. Barueri, SP: Minha Editora, 2010. ISBN 978-85-98416-94-6.

SAPARNIENE, D.; STRUKCINSKIENE, B.; MINEVICIUTE, G.; CIZAUSKAITE, A.; RAPOLIENE, L.; GRIGOLIENE, R.; PACIAUSKAITE, I.; GENOWSKA, A. Ambiente de trabalho dos profissionais de saúde – foco no estresse ocupacional. *Annals of Agricultural and Environmental Medicine*, v. 30, n. 4, p. 721–728, 22 dez. 2023. Publicado online em: 21 set. 2023. DOI: <https://doi.org/10.26444/aaem/172116>. Acesso em: 4 ago. 2025.

SHENOY, E. S.; WEBER, D. J. Occupational health update: approach to evaluation of health care personnel and preexposure prophylaxis. *Infectious Disease Clinics of North America*, v. 35, n. 3, p. 717–734, set. 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.idc.2021.04.008>. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8331250/>. Acesso em: 4 ago. 2025.

TIETZE, F. Enzymic method for quantitative determination of nanogram amounts of total and oxidized glutathione: applications to mammalian blood and other tissues. *Analytical Biochemistry*, v. 27, p. 502–522, 1969.

ULAS, T. et al. The effect of day and night shifts on oxidative stress and anxiety symptoms of the nurses. *European Review for Medical and Pharmacological Sciences*, v. 16, p. 594-599, 2012.

PÉREZ-TORRES, I.; MANZANO-PECH, L.; RUBIO-RUÍZ, M. E.; SOTO, M. E.; GUARNER-LANS, V. Nitrosative stress and its association with cardiometabolic disorders. *Molecules*, Basel, v. 25, n. 11, p. 2555, 2020. DOI: <https://doi.org/10.3390/molecules25112555>

CHOROMAŃSKA, B.; MYŚLIWIEC, P.; ŁUBA, M.; WOJSKOWICZ, P.; MYŚLIWIEC, H.; CHOROMAŃSKA, K.; DADAN, J.; ŻENDZIAN-PIOTROWSKA, M.; ZALEWSKA, A.; MACIEJCZYK, M. Bariatric surgery normalizes protein glycoxidation and nitrosative stress in morbidly obese patients. *Antioxidants (Basel, Switzerland)*, v. 9, n. 11, p. 1087, 2020a. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/antiox9111087>

CHOROMAŃSKA, B.; MYŚLIWIEC, P.; ŁUBA, M.; WOJSKOWICZ, P.; MYŚLIWIEC, H.; CHOROMAŃSKA, K.; DADAN, J.; ZALEWSKA, A.; MACIEJCZYK, M. The impact of hypertension and metabolic syndrome on nitrosative stress and glutathione metabolism in patients with morbid obesity. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, [S.l.], v. 2020, p. 1057570, 2020b. DOI: <https://doi.org/10.1155/2020/1057570>

MATTOS, J. G. S. de; ARAÚJO, A. K. de; CASTRO, G. G. de; BRANDÃO, T. P.; CASTRO, S. de S. Análise do estresse ocupacional e burnout em profissionais de enfermagem atuantes na atenção primária à saúde. *Revista Saúde e Desenvolvimento Humano*, Canoas, v. 13, n. 1, p. 1-14, abr. 2025.

NESS, S. L. R. et al. Occupational exposure assessment in professionals who manipulate and administer antineoplastic drugs in a university hospital in Southern Brazil. *Journal of Oncology Pharmacy Practice*, v. 0, n. 0, p. 1-9, 2021.

BARBOSA, H. A.; SILVA JUNIOR, R. F. da; RIBEIRO, C. D. A. L.; TORRES, J. D. R. V.; ALVES, E. C. S.; ROCHA, S. P. dos S.; PEREIRA, S. G. S.; PEREIRA, V. G.; SILVA, C. S. de O. e. Prevalence and factors associated with stress in the work of health professionals. *Cuadernos de Educación y Desarrollo*, v. 17, n. 7, e8800, 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.55905/cuadv17n7-003>

SEIDLER, A.; SCHUBERT, M.; FREIBERG, A.; DRÖSSLER, S.; HUSSENOEDER, F. S.; CONRAD, I.; RIEDEL-HELLER, S.; STARKE, K. R. Psychosocial occupational exposures and mental illness.

Deutsches Ärzteblatt International, v. 119, n. 42, p. 709–715, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.3238/arztebl.m2022.0295>

STRATTON, Samuel J. *Population research: convenience sampling strategies*. Prehospital and Disaster Medicine, v. 36, n. 4, p. 373–374, 2021. DOI: 10.1017/S1049023X21000649.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente dissertação contribuiu para o avanço do conhecimento acerca da relação entre estresse relacionado ao trabalho e estresse oxidativo/nitrosativo em trabalhadores da saúde atuantes em Unidades de Terapia Intensiva, campo ainda incipiente no Brasil. Os resultados demonstram que, embora estejam presentes fatores ocupacionais relevantes, como longas jornadas de trabalho, irregularidade do sono e elevados índices de sobrepeso e obesidade, não foi evidenciada associação direta e consistente entre esses fatores e o perfil oxidativo dos trabalhadores avaliados.

Tais achados reforçam a necessidade de compreender a complexidade das respostas fisiológicas ao estresse, bem como a influência de determinantes individuais, comportamentais e ambientais na modulação das vias redox. A identificação de alterações em biomarcadores relacionados ao estresse em profissionais de terapia intensiva reforça a importância de estratégias institucionais voltadas à proteção de quem cuida.

Nesse cenário, as implicações extrapolam o campo estritamente biológico e alcançam a organização do trabalho em saúde. A enfermagem, nesse contexto, exerce papel protagonista na vigilância em saúde do trabalhador, devendo promover ações que mitiguem os riscos inerentes a ambientes laborais marcados por jornadas extenuantes, precarização de vínculos e exposição a agentes biológicos e físicos associados ao esgotamento, seja ela físico, mental ou biológico (Machado et al., 2023a).

A incorporação da Educação Permanente em Saúde, aliada à retomada e ao fortalecimento das diretrizes de gestão do trabalho, apresenta-se como caminho fundamental para a transformação das práticas cotidianas, convertendo o espaço de atuação profissional em ambiente promotor de segurança, valorização e sustentabilidade, em oposição ao adoecimento ocupacional (Machado et al., 2023b).

Para além do âmbito institucional, essa atuação estratégica alinha-se aos compromissos globais firmados na Agenda 2030, especialmente aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) voltados à dignidade humana e ao progresso social. Ao atuar na prevenção de agravos ocupacionais, a enfermagem contribui para o alcance do ODS 3, que visa assegurar uma vida saudável e promover o bem-estar em todas as idades, bem como do ODS 8, que preconiza o trabalho decente.

Particularmente, a meta 8.8 destaca a necessidade de proteger os direitos trabalhistas e promover ambientes de trabalho seguros e protegidos para todos (ONU, 2015). Garantir a saúde do trabalhador de terapia intensiva, portanto, não se configura apenas como medida interna de gestão laboral, mas como requisito indispensável à sustentabilidade dos sistemas de saúde e ao cumprimento das metas de desenvolvimento global.

Sob a perspectiva ocupacional, os resultados sugerem que estratégias de promoção da saúde no ambiente hospitalar devem ultrapassar a simples identificação de estressores laborais, incorporando ações estruturadas de educação em saúde, incentivo ao autocuidado, acompanhamento metabólico regular e intervenções direcionadas à melhoria da qualidade do sono e ao manejo da carga horária. Ainda que não tenham sido observados danos oxidativos expressivos, a presença de fatores de risco cardiometabólicos na força de trabalho evidencia a necessidade de políticas institucionais que favoreçam ambientes laborais mais saudáveis e sustentáveis.

Do ponto de vista metodológico e científico, a experiência deste estudo evidencia a importância de investigações com delineamentos longitudinais, capazes de captar oscilações fisiológicas ao longo do tempo, bem como da incorporação de novos biomarcadores e de análises multivariadas que integrem variáveis psicossociais, metabólicas e ambientais. A ampliação da amostra e a inclusão de grupos comparativos entre diferentes setores hospitalares, considerando distintos níveis de complexidade assistencial, podem enriquecer futuras pesquisas.

Em síntese, esta dissertação reafirma que o estresse oxidativo/nitrosativo e o estresse relacionado ao trabalho não devem ser compreendidos como fenômenos lineares ou isolados, mas como processos multifatoriais, modulados por interações dinâmicas entre fatores biológicos e psicossociais. As evidências aqui apresentadas podem subsidiar a formulação de

estratégias preventivas e políticas de saúde ocupacional, contribuindo para a proteção e a promoção da saúde de trabalhadores que desempenham papel fundamental no cuidado crítico em Unidades de Terapia Intensiva.

REFERÊNCIAS

- ANDERSEN, L. L. Health promotion and chronic disease prevention at the workplace. *Annual Review of Public Health*, v. 45, n. 1, p. 337-357, maio 2024. doi: 10.1146/annurev-publhealth-060222-035619.
- BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. NR 32 – Segurança e Saúde no Trabalho em Serviços de Saúde. Portaria MTb nº 485, de 11 de novembro de 2005. Publicada no DOU de 16 nov. 2005. Atualizada pelas Portarias MTE nº 939/2008, nº 1.748/2011, SEPRT nº 915/2019 e MTP nº 806/2022.
- BENDÍN-GARCÍA, L. Prevalence, risk factors and burnout levels in intensive care unit nurses: a systematic review and meta-analysis. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, v. 18, n. 21, p. 11432, 30 out. 2021. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijerph182111432>. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8583312/>. Acesso em: 4 ago. 2025.
- CHEETHAM, S.; NGO, H. T.; LIIRA, J.; LIIRA, H. Education and training for preventing sharps injuries and splash exposures in healthcare workers. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, v. 4, n. 4, CD012060, 14 abr. 2021. DOI: <https://doi.org/10.1002/14651858.CD012060.pub2>. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8094230/>. Acesso em: 4 ago. 2025.
- CHEN, T. H.; WANG, H. C.; CHANG, C. J.; LEE, S. Y. Mitochondrial glutathione in cellular redox homeostasis and disease manifestation. *International Journal of Molecular Sciences*, v. 25, n. 2, p. 1314, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/ijms25021314>. Acesso em: 17 ago. 2025.
- CHENG, P.-K. et al. Associations between Oxidative/Nitrosative Stress and Thyroid Hormones in Pregnant Women—Tainan Birth Cohort Study (TBCS). *Antioxidants*, v. 11, n. 2, p. 334, 2022.
- COHEN, C.; PIGNATA, S.; BEZAK, E.; TIE, M.; CHILDS, J. Workplace interventions to improve well-being and reduce burnout for nurses, physicians and allied healthcare professionals: a systematic review. *BMJ Open*, v. 13, n. 6, e071203, 29 jun. 2023. DOI: <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2022-071203>. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC10314589/>. Acesso em: 4 ago. 2025.
- CHOROMAŃSKA, B.; MYŚLIWIEC, P.; ŁUBA, M.; WOJSKOWICZ, P.; MYŚLIWIEC, H.; CHOROMAŃSKA, K.; DADAN, J.; ŻENDZIAN-PIOTROWSKA, M.; ZALEWSKA, A.; MACIEJCZYK, M. Bariatric surgery normalizes protein glycoxidation and nitrosative stress in morbidly obese patients. *Antioxidants (Basel, Switzerland)*, v. 9, n. 11, p. 1087, 2020a. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/antiox9111087>
- GIBB, K.; BECKMAN, S.; VERGARA, X. P.; HEINZERLING, A.; HARRISON, R. Extreme heat and occupational health risks. *Annual Review of Public Health*, v. 45, n. 1, p. 315-335, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1146/annurev-publhealth-060222-034715>. Acesso em: 17 ago. 2025.

GIRMA, B. et al. Occupational stress and associated factors among health care professionals in Ethiopia: a systematic review and meta-analysis. *BMC Public Health*, London, v. 21, n. 563, p. 1–15, 2021.

GULCIN, I. Antioxidants: a comprehensive review. *Archives of Toxicology*, v. 99, p. 1893–1997, 2025.

GOMES, M. R.; ARAÚJO, T. M.; SOARES, J. F. S.; SOUSA, C. C.; LUA, I. Estressores ocupacionais e acidentes de trabalho entre trabalhadores da saúde. *Revista de Saúde Pública*, v. 55, p. 98, 2021. Disponível em: <https://rsp.fsp.usp.br/pt-br/article/estressores-ocupacionais-e-acidentes-de-trabalho-entre-trabalhadores-da-saude/>. Acesso em: 2 ago. 2025. ISSN 1518-8787.

HALLIWELL, B.; GUTTERIDGE, J. M. C. Free radicals in biology and medicine. 5. ed. Oxford: Oxford University Press, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780198717478.001.0001>. Acesso em: 29 jul. 2025.

HULSHOF, C. T. J.; PEGA, F.; NEUPANE, S.; VAN DER MOLEN, H. F.; COLOSIO, C.; DAAMS, J. G.; DESCATHA, A.; K.C., P.; KUIJER, P. P. F. M.; MANDIC-RAJCEVIC, S.; MASCI, F.; MORGAN, R. L.; NYGÅRD, C. H.; OAKMAN, J.; IRATO, P.; SANTOVITO, G. Enzymatic and Non-Enzymatic Molecules with Antioxidant Function. *Antioxidants*, v. 10, n. 4, p. 579, 2021.

PROPER, K. I.; SOLOVIEVA, S.; FRINGS-DRESEN, M. H. W. The prevalence of occupational exposure to ergonomic risk factors: a systematic review and meta-analysis from the WHO/ILO Joint Estimates of the work-related burden of disease and injury. *Environmental International*, v. 146, p. 106157, 2021. doi: 10.1016/j.envint.2020.106157.

JIANG, X.; STOCKWELL, B. R.; CONRAD, M. Ferroptosis: mechanisms, biology and role in disease. *Nature Reviews Molecular Cell Biology*, London, v. 22, n. 4, p. 266–282, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/s41580-020-00324-8>

JACQUIER-BRET, J.; GORCE, P. Prevalence of body area work-related musculoskeletal disorders among healthcare professionals: A systematic review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, v. 20, n. 1, p. 841, 2023. DOI: 10.3390/ijerph20010841.

LEACHI, H.; ROCHA, A. F.; PEIXE, T. S.; LOPES, L. P.; SOUZA, V. D. 1-Hidro-xipireno na urina de trabalhadores expostos ao fumo cirúrgico: relação com os sinais e sintomas. *Revista de Enfermagem Referência*, v. 6, n. 3, e33708, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.12707/RVI23.139.33708>. Acesso em: 13 ago. 2025.

LINTON, M. F.; YANCEY, P. G.; TAO, H.; DAVIES, S. S. Função HDL e Aterosclerose: Dicarbonilos Reativos como Alvos Promissores da Terapia. *Pesquisa de Circulação*, v. 132, n. 11, p. 1521-1545, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1161/CIRCRESAHA.123.321563>.

MAO, C.; LIU, X.; ZHANG, Y. et al. DHODH-mediated ferroptosis defence is a targetable vulnerability in cancer. *Nature*, v. 593, p. 586-590, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/s41586-021-03539-7>. Acesso em: 17 ago. 2025.

MOMOT, K. et al. Evaluation of Nitrosative/Oxidative Stress and Inflammation in Heart Failure with Preserved and Reduced Ejection Fraction. *International Journal of Molecular Sciences*, v. 24, n. 21, p. 15944, 2023.

MUZAINI, K.; YASIN, S. M.; ISMAIL, Z.; ISHAK, A. R. A systematic review on potential occupational respiratory hazards among sewage workers. *Frontiers in Public Health*, v. 9, p. 646790, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.3389/fpubh.2021.646790>. Acesso em: 17 ago. 2025.

NYARKO, B. A.; YIN, Z.; CHAI, X.; YUE, L. Fadiga alarmante dos enfermeiros, fatores de influência e sua relação com o burnout nas unidades de cuidados intensivos: um estudo transversal. *Australian Critical Care*, v. 37, n. 2, p. 273–280, mar. 2024. Publicado online em: 12 ago. 2023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.aucc.2023.06.010>. Acesso em: 4 ago. 2025.

OFTUNG, B.; TYSSSEN, R. Occupational stress among Norwegian physicians: a literature review of long-term prospective studies 2007–2019. *Scandinavian Journal of Public Health*, London, v. 53, n. 3, p. 302–310, 2025.

QUESADA-PUGA, C.; IZQUIERDO-ESPIN, F. J.; MEMBRIVE-JIMÉNEZ, M. J.; AGUAYO-ESTREMER, R.; CAÑADAS-DE LA FUENTE, G. A.; ROMERO-BÉJAR, J. L.; GÓMEZ-URQUIZA, J. L. Satisfação no trabalho e síndrome de burnout entre enfermeiros de unidades de terapia intensiva: uma revisão sistemática e meta-análise. *Intensive and Critical Care Nursing*, v. 82, p. 103660, jun. 2024. Publicado online em: 22 fev. 2024. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.iccn.2024.103660>. Acesso em: 4 ago. 2025.

RAMÍREZ-ELVIRA, S.; ROMERO-BÉJAR, J. L.; SULEIMAN-MARTOS, N.; GÓMEZ-URQUIZA, J. L.; MONSALVE-REYES, C.; CAÑADAS-DE LA FUENTE, G. A.; AL-

RODRIGUES, L. A.; RODRIGUES, A. F. M.; BRUNETTI, M. N.; MICHELS, M.; ABATTI, M.; INDALECIO, A. et al. Association between occupational stress, markers of inflammation, and oxidative stress in intensive care unit workers: a cross-sectional study. *Revista Brasileira de Medicina do Trabalho*, v. 22, n. 2, e20221049, 2024. DOI: <https://doi.org/10.47626/1679-4435-2022-1049>. Acesso em: 4 ago. 2025.

SAPARNIENE, D.; STRUKCINSKIENE, B.; MINEVICIUTE, G.; CIZAUSKAITE, A.; RAPOLIENE, L.; GRIGOLIENE, R.; PACIAUSKAITE, I.; GENOWSKA, A. Ambiente de trabalho dos profissionais de saúde – foco no estresse ocupacional. *Annals of Agricultural and Environmental Medicine*, v. 30, n. 4, p. 721–728, 22 dez. 2023. Publicado online em: 21 set. 2023. DOI: <https://doi.org/10.26444/aaem/172116>. Acesso em: 4 ago. 2025.

SHENOY, E. S.; WEBER, D. J. Occupational health update: approach to evaluation of health care personnel and preexposure prophylaxis. *Infectious Disease Clinics of North America*, v. 35, n. 3, p. 717–734, set. 2021. DOI:

<https://doi.org/10.1016/j.idc.2021.04.008>. Disponível em:
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8331250/>. Acesso em: 4 ago. 2025.

SJOGREN, B.; ALBIN, M.; BROBERG, K.; GUSTAVSSON, P.; TINNERBERG, H.; JOHANSON, G. Buy time now: an occupational exposure limit for welding fumes is urgently needed. *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health*, v. 48, n. 1, p. 1-3, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.5271/sjweh.4002>. Acesso em: 17 ago. 2025.

SAJEDIAN, Ali Asghar et al. Evaluation of general health, exposure to workplace violence, and predicting its consequences in health care employees in Iran. *Work*, v. 76, p. 343–354, 2023. DOI: 10.3233/WOR-220447.

SANTOS, C. C. A. et al. Avaliação dos aspectos psicossociais do trabalho no Brasil no contexto da saúde do trabalhador: uma revisão de escopo. *Revista Brasileira de Saúde Ocupacional*, São Paulo, v. 49, e9, 2024.

TAN, J. *et al.* Advanced oxidation protein products induce apoptosis in thyroid follicular epithelial cells through oxidative stress in Hashimoto's thyroiditis.

International Immunopharmacology, v. 148, p. 114069, 2025. DOI:
<https://doi.org/10.1016/j.intimp.2025.114069>.

ÜREMIŞ, N.; ÜREMIŞ, M. M. Oxidative/Nitrosative Stress, Apoptosis, and Redox Signaling: Key Players in Neurodegenerative Diseases. *Journal of Biochemical and Molecular Toxicology*, v. 39, n. 1, 2025.

PÉREZ-TORRES, I.; MANZANO-PECH, L.; RUBIO-RUÍZ, M. E.; SOTO, M. E.; GUARNER-LANS, V. Nitrosative stress and its association with cardiometabolic disorders. *Molecules*, Basel, v. 25, n. 11, p. 2555, 2020. DOI:
<https://doi.org/10.3390/molecules25112555>

PENNA, C.; PAGLIARO, P. Endothelial dysfunction: redox imbalance, NLRP3 inflammasome, and inflammatory responses in cardiovascular diseases. *Antioxidants*, v. 14, p. 256, 2025. Disponível em:
<https://doi.org/10.3390/antiox14030256>

TALEBIAZAR, N. et al. Does mindfulness-based stress reduction training have an impact on the occupational burnout and stress experienced by nurses? A randomized controlled trial. *International Archives of Occupational and Environmental Health*, Berlin, v. 98, p. 1–11, 2025.

HURTADO, S. L. B. et al. Políticas de saúde do trabalhador no Brasil: contradições históricas e possibilidades de desenvolvimento. *Ciência & Saúde Coletiva*, Rio de Janeiro, v. 27, n. 8, p. 3091–3102, 2022.

MACHADO, M. H. et al. Condições de trabalho e biossegurança dos profissionais de saúde e trabalhadores invisíveis da saúde no contexto da COVID-19 no Brasil. *Ciência & Saúde Coletiva*, Rio de Janeiro, v. 28, n. 10, p. 2809–2822, 2023.

WU, C.-Y. et al. CEACAM6 as a Novel Therapeutic Target to Boost HO-1—mediated Antioxidant Defense in COPD. *American Journal of Respiratory and Critical Care*

Medicine, v. 207, n. 12, p. 1576–1590, 2023.

APÊNDICES

APÊNDICE A

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO - TCLE

Título da Pesquisa: “Avaliação do Estresse Oxidativo e Nitrosativo em indivíduos expostos à fumaça cirúrgica”

Prezado(a) Senhor(a):

Gostaríamos de convidá-lo (a) para participar da pesquisa **“AVALIAÇÃO DO ESTRESSE OXIDATIVO E NITROSATIVO EM INDIVÍDUOS EXPOSTOS À FUMAÇA CIRÚRGICA”**, a ser realizada nas dependências do Hospital Universitário Regional do Norte do Paraná em Londrina-PR. O objetivo da pesquisa é determinar e comparar os níveis de estresse oxidativo e nitrosativo entre profissionais de saúde expostos e não expostos à fumaça cirúrgica do eletrocautério. A mesma se justifica frente a necessidade em aprofundar o conhecimento dos mecanismos fisiopatológicos alterados por meio da avaliação do Estresse Oxidativo/Estresse Nitrosativo em profissionais de saúde expostos à fumaça do eletrocautério em ambientes cirúrgicos.

Sua participação é muito importante e ela se dará por meio da resposta de formulários com perguntas referentes às informações sociodemográficas, profissionais, antecedentes de saúde e dados antropométricos (peso, altura), para cálculo do Índice de Massa Corpórea (IMC), e de sinais vitais (frequência cardíaca, saturação de oxigênio periférica, glicemia capilar e pressão arterial) para posteriores associações. Para a coleta das informações antropométricas, será utilizada balança eletrônica e fita métrica. Para aferição da frequência cardíaca e saturação periférica de oxigênio será utilizado oxímetro de pulso; glicemia capilar por meio de hemoglicoteste (HGT); e pressão arterial por meio de esfigmomanômetro digital.

O preenchimento destes formulários será realizado pelos pesquisadores mediante a sua resposta, e levará em torno de 20 minutos, desde o início do seu preenchimento. Além disso, você será submetido a uma coleta de sangue venoso antes e após o procedimento cirúrgico (se você atua no centro cirúrgico), e será considerado participante exposto, ou coleta única durante o expediente de trabalho (se você atua na unidade de terapia intensiva), sendo considerado o participante controle. Este procedimento levará cerca de 10 minutos. Tanto o preenchimento dos formulários quanto a coleta das amostras sanguíneas serão realizadas em local reservado, a fim de promover privacidade e sigilo. Posteriormente, sua amostra de sangue será devidamente acondicionada e transportada ao Laboratório de Pesquisa e Pós-Graduação (LPG) do HU, onde será realizada a determinação de biomarcadores de estresse oxidativo/nitrosativo por meio de análise laboratorial.

Será coletado sangue venoso por meio de punção periférica na fossa cubital, em sala preparada para este fim. Deste modo, você permanecerá sentado em uma cadeira, com o antebraço apoiado sobre um suporte, localizado aproximadamente

na altura dos ombros. Após o braço ser garroteado no ponto médio do úmero será realizada a antissepsia da pele com algodão embebido em álcool 70%. A punção será realizada com agulha descartável de 25 X 8 mm no referido local. O sangue venoso será aspirado em quatro tubos de coleta a vácuo (dois tubos com gel separador, um tubo com fluoreto e um tubo com EDTA como anticoagulantes e conservantes). As agulhas serão descartadas, seguindo o disposto nos procedimentos operacionais padrão da instituição de saúde, (de acordo com a Norma Regulamentadora nº32) assim como todos os outros materiais descartáveis contaminados, tanto no procedimento de coleta, quanto nas análises sanguíneas.

Quanto aos riscos, durante a coleta de sangue, em alguns participantes mais sensíveis, pode ocorrer lipotimia, que é uma sensação de mal-estar levando a pessoa a um estado de quase desmaio; hematoma no local de punção venosa advindo de possível extravasamento de sangue em tecido subjacente a punção venosa. Caso isto ocorra, durante ou após a coleta, a equipe estará preparada para atendê-lo em caráter de emergência, se necessário, o participante será encaminhado ao pronto atendimento da mesma instituição de pesquisa. Em casos de hematoma proverá ao participante, orientações para melhora do mesmo, e se necessário encaminhamento à avaliação médica para devido tratamento. Informamos ainda que as informações serão utilizadas para fins exclusivos desta pesquisa, e serão tratadas com o mais absoluto sigilo e confidencialidade, de modo a preservar a sua identidade. E, caso desejar, você poderá desistir a qualquer momento da pesquisa e, conseqüentemente, seus dados coletados via formulários bem como a amostra sanguínea serão desprezados. Outro desconforto está relacionado à data, local e ao tempo de duração das atividades, no entanto, esta será previamente agendada, no dia em que você estará no expediente da instituição, mediante escala feita com a chefia do seu setor

Para sua ciência do que será tratada a análise sanguínea em laboratório, serão determinados os seguintes biomarcadores:

- Hidroperóxidos lipídicos (LOOH), este teste baseia-se no consumo das defesas antioxidantes e a formação de LOOH resultando em um aumento da emissão de fótons, ou seja, em um aumento de quimiluminescência que está relacionado com o EO;
- Subprodutos de óxido nítrico (NOx), sendo um gás muito instável e rapidamente se degrada nos subprodutos nitratos e nitritos, que podem ser detectados no soro.
- Produtos avançados de oxidação proteica (AOPP), esse teste será utilizado para medir a oxidação protéica.
- Atividade da paraoxonase – 1 (PON – 1), que será determinada pela formação de hidrólise do fenil- acetato (fenol).
- Grupamentos sulfidril (SH), sendo baseado na reação do ácido 5,5-ditiobis 2-nitrobenzóico (DTNB) com o grupo sulfidril de proteínas.

- Dialdeído malônico (MDA), a fim de monitorar/identificar atividade dos radicais livres, utilizando-se cromatografia líquida de alta performance.
- Potencial antioxidante total plasmático (TRAP), detecta antioxidantes hidro e/ou lipossolúveis presentes no plasma e uma comparação do tempo de indução após adição de concentrações conhecidas de Trolox e plasma permite obter valores de TRAP como uma concentração equivalente de Trolox.

Os exames laboratoriais previstos neste projeto não são feitos de forma automatizada e nem rotineiramente. Foram padronizados e desenvolvidos no Laboratório de Pesquisa e Pós-Graduação do Hospital Universitário (LPG), porém já descritos e aceitos em diversos artigos científicos publicados pelo nosso grupo de pesquisa há mais de uma década. Por uma questão de economia de reagentes (muitos perdem a estabilidade depois de 24h de preparo), há a necessidade de armazenamento das amostras biológicas a -80C° para posterior execução das análises de uma vez só. Todas as amostras serão identificadas por um número que corresponderá a cada sujeito de pesquisa e, portanto, não identificável nem mesmo pelo pesquisador que manipulará as amostras. A pessoa que organizará a numeração das amostras não participará da execução das análises laboratoriais. O armazenamento das amostras será até a finalização do projeto e, após isso, caso sobre material biológico, este será descartado de forma adequada (como de praxe em qualquer hospital ou laboratório de análises clínicas), ou seja, autoclavado. Nenhum teste será feito caso não haja a autorização do sujeito de pesquisa (apenas após a assinatura do TCLE) e do CEP-UEL após a aprovação deste projeto de pesquisa.

Salientamos que os procedimentos serão simples e que não haverá risco adicional com a execução dos procedimentos citados. Esclarecemos que, os resultados desta pesquisa serão utilizados somente para os fins científicos e, suas informações serão tratadas com o mais absoluto sigilo e confidencialidade, de modo a preservar a sua identidade.

Esclarecemos ainda, que você não pagará e nem será remunerado(a) por sua participação. Garantimos, no entanto, que todas as despesas decorrentes da pesquisa serão ressarcidas, quando devidas e decorrentes especificamente de sua participação, bem como assistência de saúde se necessária após a realização dos procedimentos. Além disso, as possíveis complicações decorrentes de sua participação serão de inteira responsabilidade dos pesquisadores. Esclarecemos que sua participação é totalmente voluntária, podendo você: recusar-se a participar, ou mesmo desistir a qualquer momento, sem que isto acarrete qualquer ônus ou prejuízo à sua pessoa.

O benefício que você poderá ter será de conhecer, após a conclusão da pesquisa, dados sobre o tema estudado e que poderão ajudar a conhecer melhor sobre os impactos na saúde do trabalhador frente a exposição à riscos ocupacionais.

Os resultados obtidos desta pesquisa, serão divulgados posteriormente a sua conclusão por meio de infográficos expostos no mural de comunicados da unidade, como também em formato de artigos a serem publicados em periódicos científicos.

Caso você tenha dúvidas ou necessite de maiores esclarecimentos poderá nos contatar através dos pesquisadores responsáveis Aline Franco da Rocha, e-mail: alinefr@uel.br e pelo telefone _____ Decio Sabbatini Barbosa, e-mail: sabatini@uel.br e pelo telefone _____ ; ou ainda procurar o Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos - CEP/UEL, LABESC - Laboratório Escola de Pós-Graduação - sala 14. Campus Universitário - Rodovia Celso Garcia Cid, Km 380 (PR 445), Londrina- Pr - CEP: 86057-970, Telefone: 43-3371-5455, e-mail: cep268@uel.br

Por se tratar de uma pesquisa que envolve amostra biológica, pedimos solicitação de autorização para a coleta, depósito, armazenamento, utilização e descarte de material biológico humano em biorrepositório no país. Você autoriza a utilização e armazenamento de seu sangue para os objetivos da presente pesquisa?

() **Sim, autorizo** o armazenamento do sangue em biorrepositório após ter sido devidamente informado que poderei retirar meu consentimento de guarda das amostras a qualquer momento mediante documento por escrito, que caso, uma nova pesquisa seja realizada com a amostra de meu sangue será solicitado minha autorização por meio de novo TCLE e o projeto deverá ser aprovado pelo Comitê de Ética. E ainda que, caso haja perda ou destruição das amostras biológicas serei imediatamente informado.

() **Não, não autorizo** o armazenamento do meu sangue em biorrepositório.

Este termo deverá ser preenchido em duas vias de igual teor, sendo uma delas devidamente preenchida, assinada e entregue a você.

Pesquisadora: _____
Aline Franco da Rocha

Pesquisador: _____

Décio Sabbatini Barbosa

Londrina, ____ de ____ de 2024

Eu, _____, (NOME POR EXTENSO DO PARTICIPANTE DA PESQUISA) tendo sido devidamente esclarecido sobre os procedimentos da pesquisa, concordo em participar voluntariamente da pesquisa descrita acima.
Assinatura (ou impressão dactiloscópica): _____

APÊNDICE B

Formulário de caracterização sociodemográfica, ocupacional, clínica e hábitos de vida.

CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA
Dados sociodemográficos
Nome:
Idade: Sexo: ☐ Feminino ☐ Masculino
Cor: ☐ Branca ☐ Preta ☐ Parda ☐ Amarela ☐ Indígena
Estado civil: ☐ Solteiro ☐ Casado ☐ União estável ☐ Divorciado ☐ Viúvo
Dados ocupacionais
Categoria profissional:
Tipo de vínculo: ☐ Concurso ☐ Chamamento ☐ Processo Seletivo
Tempo de formação (em anos):
Turno de trabalho: ☐ Matutino ☐ Vespertino ☐ Integral noturno ☐ Integral diurno
Carga horária de trabalho semanal:
Hábitos de vida
Possui comorbidade? ☐ Sim ☐ Não
Se sim, qual/quais? ☐ Hipertensão Arterial ☐ Diabetes ☐
Dislipidemia ☐ Hipotireoidismo ☐ Hipertireoidismo ☐ Asma ☐
Insuficiência Cardíaca ☐ Doença Renal Crônica ☐
Arritmias
☐ Depressão ☐ Ansiedade ☐ Epilepsia
☐ Imunodeficiência ☐ Imunodepressão ☐ Anemia ☐ Doença hepática ☐
Lúpus Eritematoso Sistêmica ☐ Doenças Reumatológicas ☐
☐ Doença de Crohn ☐ Gastrite
Faz uso de medicamento de uso contínuo? ☐ Sim ☐ Não Se sim, qual/quais?
Tabagismo: ☐ Sim ☐ Não Se/sim, quais? ☐ Cigarro comum ☐ cigarro eletrônico ☐ Narguillé ☐ Outros:
Consumo de bebida alcóolica: ☐ Sim ☐ Não Se sim: Cerveja ☐ Quantas vezes: Vinho ☐ Quantas vezes: Destilados ☐ Quantas vezes:
Exercício físico: ☐ Sim ☐ Não Se sim, qual/quais: Quantas vezes por semana: Quanto tempo:
Autoavaliação da qualidade do sono: ☐ Muito ruim ☐ Ruim ☐ Satisfatória ☐ Boa ☐ Muito boa
A quantas horas está acordado? Quantas horas de sono no último ciclo de descanso?
Dados antropométricos

Peso (em kg):

Altura (em metros):

ANEXOS

ANEXO A

Escala de Estresse no Trabalho (EET) (Paschoal e Tamayo, 2004)

ESCALA DE ESTRESSE NO TRABALHO					
Item de avaliação	Avaliação atribuída				
1.A forma como as tarefas são distribuídas em minha área tem me deixado nervoso	1	2	3	4	5
2.O tipo de controle existente em meu trabalho me irrita	1	2	3	4	5
3.A falta de autonomia na execução do meu trabalho tem sido desgastante	1	2	3	4	5
4.Tenho me sentido incomodado com a falta de confiança de meu superior em relação ao meu trabalho	1	2	3	4	5
5.Sinto-me irritado com a deficiência na divulgação de informações sobre decisões organizacionais	1	2	3	4	5
6.Sinto-me incomodado com a falta de informações sobre minhas tarefas no trabalho	1	2	3	4	5
7.A falta de comunicação entre mim e meus colegas de trabalho deixa-me irritado	1	2	3	4	5
8.Sinto-me incomodado por meu superior tratar-me mal na frente de colegas de trabalho	1	2	3	4	5
9. Sinto-me incomodado por ter que realizar tarefas que estão além de minha capacidade	1	2	3	4	5
10.Fico de mau humor por ter que trabalhar durante muitas horas seguidas	1	2	3	4	5
11.Sinto-me incomodado com a comunicação existente entre mim e meu superior	1	2	3	4	5
12.Fico irritado com discriminação/favoritismo no meu ambiente de trabalho	1	2	3	4	5
13.Tenho me sentido incomodado com a deficiência nos treinamentos para capacitação profissional	1	2	3	4	5
14.Fico de mau humor por me sentir isolado na organização	1	2	3	4	5
15.Fico irritado por ser pouco valorizado por meus superiores	1	2	3	4	5
16. As poucas perspectivas de crescimento na carreira têm me deixado angustiado	1	2	3	4	5
17.Tenho me sentido incomodado por trabalhar em tarefas abaixo do meu nível de habilidade	1	2	3	4	5
18. A competição no meu ambiente de trabalho tem me deixado de mau humor	1	2	3	4	5
19.A falta de compreensão sobre quais são minhas responsabilidades neste trabalho tem causado irritação	1	2	3	4	5
20.Tenho estado nervoso por meu superior me dar ordens contraditórias	1	2	3	4	5
21.Sinto-me irritado por meu superior encobrir meu trabalho bem-feito diante de outras pessoas	1	2	3	4	5
22.O tempo insuficiente para realizar meu volume de trabalho deixa-me nervoso	1	2	3	4	5
23.Fico incomodado por meu superior evitar me incumbir de responsabilidades importantes	1	2	3	4	5
	1	2	3	4	5

Legenda: 1-discordo totalmente 2-discordo 3-concordo em partes 4-concordo 5-concordo totalmente
--

ANEXO B

Parecer Consubstanciado do Comitê de Ética em Pesquisa

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE
LONDRINA - UEL



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: AVALIAÇÃO DO ESTRESSE OXIDATIVO E NITROSATIVO EM INDIVÍDUOS EXPOSTOS À FUMAÇA CIRÚRGICA

Pesquisador: Aline Franco da Rocha

Área Temática:

Versão: 3

CAAE: 79239424.0.0000.5231

Instituição Proponente: Programa de Pós Graduação em Enfermagem Nível Mestrado e

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 6.856.076

Apresentação do Projeto:

As informações elencadas foram retiradas do arquivo Informações Básicas da Pesquisa PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_2284211.pdf de 28/05/2024.

A inalação de material particulado (MP) presente na fumaça cirúrgica gera potenciais riscos à saúde, uma vez que podem existir em sua composição inúmeras substâncias tóxicas, carcinogênicas e irritantes respiratórios. Associado a isso, estudos apontam que o MP aumenta a inflamação sistêmica e o EO/EN, podendo desencadear o adoecimento e até mesmo o desenvolvimento de cânceres nos expostos de forma ocupacional e/ou rotineira como no caso dos trabalhadores do centro cirúrgico. Nesse contexto, o presente estudo objetiva determinar e comparar os níveis de EO/EN entre profissionais de saúde expostos e não expostos à fumaça cirúrgica do eletrocautério. Trata-se de um estudo transversal de campo, ser desenvolvido com trabalhadores da saúde que atuam em um hospital escola no norte do Paraná. Por se tratar de um estudo transversal que objetiva estabelecer relação de causa e efeito sobre o tema pesquisado, emerge-se a necessidade da inclusão de indivíduos não expostos à fumaça cirúrgica, para formação de grupo controle. A presente pesquisa percorrerá três fases, sendo: 1ª) recrutamento e caracterização dos participantes; 2ª) coleta de dados e análise laboratorial e 3ª) organização e análise dos dados obtidos na fase 2. Na primeira fase, os participantes elegíveis à pesquisa, serão convidados a participar e assinaram o TCLE. A caracterização

Endereço: LABESC - Sala 14
Bairro: Campus Universitário
UF: PR Município: LONDRINA
Telefone: (43)3371-5455

CEP: 86.057-970

E-mail: cep268@uel.br

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE LONDRINA - UEL



Continuação do Parecer: 6.856.076

sociodemográfica e ocupacional, será realizada mediante a aplicação de instrumento elaborado pelos autores com auxílio do Googleforms. Para a análise laboratorial de biomarcadores de EO/EN será coletada amostra de sangue 14 mL pré e pós exposição (dos participantes expostos) totalizando 28 mL, e coleta única nos participantes não expostos. Posteriormente as amostras serão devidamente identificadas e acondicionadas para encaminhamento ao laboratório de análises clínicas da instituição de ensino. Para avaliação do tempo exposição, será utilizado instrumento de observação intra-operatório. Posteriormente todas informações coletadas serão planilhadas e sequentemente analisadas estatisticamente (segundo variáveis de interesse) com auxílio do software Statistical Package for the Social Sciences 29.0. Por se tratar de um estudo com seres humanos, passará por avaliação da instituição concedente da pesquisa, sendo aprovado será de igual forma encaminhado para apreciação do Comitê de Ética em Pesquisa. O mesmo só iniciará as atividades da pesquisa após divulgação de parecer favorável. Ao final das etapas de pesquisa, espera-se determinar eventuais relações entre a exposição ocupacional à fumaça do eletrocautério frente a presença de estresse oxidativo/nitrosativo periférico em profissionais de saúde. Almeja-se também que os resultados obtidos proporcionem significativas contribuições na área de saúde ocupacional, auxiliando para o desenvolvimento de diretrizes de segurança do trabalho no ambiente do centro cirúrgico, considerando não só o uso de proteção individual, como máscaras cirúrgicas e n95, mas também a implementação de estratégias de proteção coletiva que minimizem a exposição desta fumaça tóxica.

-Tamanho da amostra: 100 participantes, sendo 50 participantes do grupo exposto e 50 participantes do grupo não exposto.

-Critérios de inclusão: Para os participantes expostos, serão considerados critérios de inclusão na amostra: profissionais lotados em centro cirúrgico, independentemente do tipo de vínculo empregatício, com carga horária de no mínimo seis horas/dia e que atuem em atribuições que os exponham à fumaça cirúrgica (cirurgião, anestesista, instrumentador e circulante). Para os participantes NÃO expostos, serão considerados como critérios de inclusão na amostra: profissionais de saúde que atuem em unidades de terapia intensiva (UTI) e que após o convite, aceitarem e assinarem o TCLE.

-Critérios de exclusão: Para o grupo exposto, serão excluídos da pesquisa profissionais que

Endereço: LABESC - Sala 14
Bairro: Campus Universitário
UF: PR Município: LONDRINA
Telefone: (43)3371-5455

CEP: 86.057-970

E-mail: cep268@uel.br

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE LONDRINA - UEL



Continuação do Parecer: 6.856.076

durante o período de coleta de dados, estejam afastados do serviço por quaisquer dos seguintes motivos: férias e licenças que comprometam os resultados da pesquisa. Para o grupo NÃO exposto, serão excluídos da pesquisa profissionais que tenham qualquer tipo de contato com a fumaça produzida pelo eletrocautério, tanto na instituição de pesquisa quanto em outros vínculos trabalhistas ou, que residam próximo às localidades de fábricas que produzam poluentes por fumaça e seus excessos. Para ambos os grupos (expostos e não expostos) serão excluídos da pesquisa profissionais que não aceitem participar da pesquisa e/ou recusarem-se assinar o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) elaborado pelos autores, bem como aqueles que no decorrer da pesquisa manifestarem interesse em desistir do estudo, sendo respeitada tal decisão.

Objetivo da Pesquisa:

As informações elencadas foram retiradas do arquivo Informações Básicas da Pesquisa PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_2284211.pdf de 28/05/2024.

Objetivo primário:

- Determinar e comparar os níveis de EO/EN entre profissionais de saúde expostos e não expostos à fumaça cirúrgica do eletrocautério.

Objetivos secundários:

- Quantificar os níveis de alguns biomarcadores de EO/EN em profissionais de saúde expostos (e não expostos) à fumaça cirúrgica;
- Determinar a variação na concentração destes biomarcadores e correlacionar com a exposição à fumaça cirúrgica produzida pelo eletrocautério;
- Correlacionar variação do nível de EO/EN dos profissionais expostos à fumaça do eletrocautério com diferentes tempos de exposição em procedimentos cirúrgicos;
- Identificar potenciais impactos e inferir possíveis riscos ocupacionais na saúde dos trabalhadores expostos à fumaça cirúrgica.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

As informações elencadas foram retiradas do arquivo Informações Básicas da Pesquisa PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_2284211.pdf de 28/05/2024.

Endereço: LABESC - Sala 14

Bairro: Campus Universitário

UF: PR

Telefone: (43)3371-5455

Município: LONDRINA

CEP: 86.057-970

E-mail: cep268@uel.br

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE LONDRINA - UEL



Continuação do Parecer: 6.856.076

Riscos: Quanto aos riscos, durante a coleta de sangue, em alguns participantes mais sensíveis, pode ocorrer lipotimia, que é uma sensação de mal-estar levando a pessoa a um estado de quase desmaio; hematoma no local de punção venosa advindo de possível extravasamento de sangue em tecido subjacente a punção venosa. Caso isto ocorra, durante ou após a coleta, a equipe estará preparada para atendê-lo em caráter de emergência, se necessário, o participante será encaminhado ao pronto atendimento da mesma instituição de pesquisa. Em casos de hematoma proverá ao participante, orientações para melhora do mesmo, e se necessário encaminhado para avaliação médica para devido tratamento. Informamos ainda que as informações serão utilizadas para fins exclusivos desta pesquisa, e serão tratadas com o mais absoluto sigilo e confidencialidade, de modo a preservar a sua identidade. E, caso desejar, você o participante poderá desistir a qualquer momento da pesquisa e, conseqüentemente, seus dados coletados via formulários bem como a amostra sanguínea serão desprezados. Outro desconforto está relacionado à data, local e ao tempo de duração das atividades, no entanto, esta será previamente agendada, no dia em que você estará no expediente da instituição, mediante escala feita com a chefia do seu setor. A fim de melhor acolher os participantes voluntários da pesquisa, as coletas serão realizadas na sala de reuniões, tanto do CC quanto da UTI. Os pesquisadores serão responsáveis em organizar este ambiente, de forma a adaptá-la para a coleta de sangue e dos demais dados, mantendo a privacidade de cada participante e prezando pela não circulação de outras pessoas que não estão envolvidas na pesquisa. Ambas as salas possuem boa ventilação e dispõem de climatizadores (ar-condicionados) de ambiente, de modo a promover um ambiente agradável e confortável para os participantes e a equipe de pesquisa.

Benefícios: -Acesso à informações sobre sua saúde;
-Contribuição para avanços na saúde;
-Aumento da consciência sobre o tema e
-Possibilidade de receber resultado de exames de saúde que podem ser úteis para o autocuidado.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Projeto relevante.

Trata-se de um Projeto de Dissertação apresentado aos Programas de Pós-graduação em

Endereço: LABESC - Sala 14

Bairro: Campus Universitário

UF: PR

Município: LONDRINA

Telefone: (43)3371-5455

CEP: 86.057-970

E-mail: cep268@uel.br

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE LONDRINA - UEL



Continuação do Parecer: 6.856.076

Ciências da Saúde e Pós-graduação em Enfermagem - nível Mestrado, da Universidade Estadual de Londrina.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

- Apresentou folha de rosto assinada pela coordenadora do Programa de Pós-graduação em Enfermagem e nível mestrado e doutorado.
- Apresentação declaração de instituição coparticipante e Hospital Universitário e UEL.
- Apresentou instrumentos para coleta de dados.
- Apresentou projeto de pesquisa detalhado.
- Apresentou declaração dos orientadores, um do Programa de Pós-graduação em Ciências da Saúde e outro do Programa de Pós-graduação em enfermagem, alegando responsabilidade em seguir todas as recomendações apresentadas na Resolução CEPE/CA nº052/2017 que regulamenta o armazenamento de material biológico humano em biorrepositório para finalidade de pesquisa.
- Apresentou TCLE.
- Termo de Confidencialidade e sigilo e apresentou de todos envolvidos na pesquisa ainda de uma aluna da graduação e uma enfermeira.
- Cronograma: coleta de dados prevista para 01/07/2024 .
- Orçamento: financiamento próprio, custo total de R\$ 20.429,17 sendo R\$ 10.227,17 em materiais permanentes, descartáveis e equipamentos e R\$ 10.302,00 em reagentes para a dosagem do estresse oxidativo.

Recomendações:

Não há.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Prezada pesquisadora, após análise desta versão do protocolo, damos parecer favorável para continuidade da pesquisa.

Considerações Finais a critério do CEP:

Prezado(a) Pesquisador(a),

Este é seu parecer final de aprovação, vinculado ao Comitê de Ética em Pesquisas Envolvendo Seres Humanos da Universidade Estadual de Londrina. É sua responsabilidade apresenta-Lo aos órgãos e/ou instituições pertinentes.

Endereço: LABESC - Sala 14

Bairro: Campus Universitário

UF: PR

Município: LONDRINA

Telefone: (43)3371-5455

CEP: 86.057-970

E-mail: cep268@uel.br

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE LONDRINA - UEL



Continuação do Parecer: 6.856.076

Ressaltamos, para início da pesquisa, as seguintes atribuições do pesquisador, conforme Resolução CNS 466/2012 e 510/2016:

A responsabilidade do pesquisador é indelegável e indeclinável e compreende os aspectos éticos e legais, cabendo-lhe:

- conduzir o processo de Consentimento e de Assentimento Livre e Esclarecido;
- apresentar dados solicitados pelo sistema CEP/CONEP a qualquer momento;
- desenvolver o projeto conforme delineado, justificando, quando ocorridas, a sua mudança ou interrupção;
- elaborar e apresentar os relatórios parciais e final;
- manter os dados da pesquisa em arquivo, físico ou digital, sob sua guarda e responsabilidade, por um período mínimo de 5 (cinco) anos após o término da pesquisa;
- encaminhar os resultados da pesquisa para publicação, com os devidos créditos aos pesquisadores e pessoal técnico integrante do projeto;
- justificar fundamentadamente, perante o sistema CEP/CONEP, interrupção do projeto ou a não publicação dos resultados.

Coordenação CEP/UEL.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_2284211.pdf	28/05/2024 16:52:41		Aceito
Declaração de Pesquisadores	28_05_CARTA_OFICIO_RESPOSTA_CEP.pdf	28/05/2024 16:52:07	Thárcis Rocha de Oliveira	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	28_05_PROJETO_ESTRESSE_OXIDATIVO_CEP_Revisado.pdf	28/05/2024 16:51:40	Thárcis Rocha de Oliveira	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	28_05_TCLE_RETIFICADO.pdf	28/05/2024 16:51:14	Thárcis Rocha de Oliveira	Aceito
Recurso Anexado pelo Pesquisador	14_05_OFICIO_RESPOSTA_PENDENCIAS_CEP.pdf	14/05/2024 12:03:56	Thárcis Rocha de Oliveira	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	14_05_PROJETO_CORRECAO_PENDENCIAS_CEP.pdf	14/05/2024 12:03:35	Thárcis Rocha de Oliveira	Aceito

Endereço: LABESC - Sala 14

Bairro: Campus Universitário

UF: PR

Município: LONDRINA

CEP: 86.057-970

Telefone: (43)3371-5455

E-mail: cep268@uel.br

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE
LONDRINA - UEL**



Continuação do Parecer: 6.856.076

TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	14_05_TCLE_RETIFICADO_PENDENC IAS_CEP.pdf	14/05/2024 12:03:22	Thárcis Rocha de Oliveira	Aceito
Orçamento	ORCAMENTO_PESQUISA_ESTRESSE OXIDATIVO.pdf	22/04/2024 17:07:41	Thárcis Rocha de Oliveira	Aceito
Cronograma	CRONOGRAMA_PESQUISA_ESTRESSE OXIDATIVO.pdf	22/04/2024 17:07:27	Thárcis Rocha de Oliveira	Aceito
Declaração de Pesquisadores	Termo_Confidencialidade_Sigilo_VITOR IA assinado.pdf	22/04/2024 11:26:55	Thárcis Rocha de Oliveira	Aceito
Declaração de Pesquisadores	Termo_Confidencialidade_Sigilo_THAR CIS assinado.pdf	22/04/2024 11:26:04	Thárcis Rocha de Oliveira	Aceito
Declaração de Pesquisadores	Termo_Confidencialidade_Sigilo_RENA TA assinado.pdf	22/04/2024 11:25:53	Thárcis Rocha de Oliveira	Aceito
Declaração de Pesquisadores	Termo_Confidencialidade_Sigilo_JULIA assinado.pdf	22/04/2024 11:25:41	Thárcis Rocha de Oliveira	Aceito
Declaração de Pesquisadores	Termo_Confidencialidade_Sigilo_JAMAI RA assinado.pdf	22/04/2024 11:25:20	Thárcis Rocha de Oliveira	Aceito
Declaração de Pesquisadores	Termo_Confidencialidade_Sigilo_DECIO assinado.pdf	22/04/2024 11:25:07	Thárcis Rocha de Oliveira	Aceito
Declaração de Pesquisadores	Termo_Confidencialidade_Sigilo_ALINE assinado.pdf	22/04/2024 11:24:50	Thárcis Rocha de Oliveira	Aceito
Declaração de Manuseio Material Biológico / Biorepositório / Biobanco	Declaracao_Responsabilidade_Biorrepo sitorio_DECIO.pdf	22/04/2024 11:24:07	Thárcis Rocha de Oliveira	Aceito
Declaração de Manuseio Material Biológico / Biorepositório / Biobanco	Declaracao_Responsabilidade_Biorrepo sitorio_ALINE assinado.pdf	22/04/2024 11:23:12	Thárcis Rocha de Oliveira	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	PARECER_HU.pdf	22/04/2024 11:22:30	Thárcis Rocha de Oliveira	Aceito
Folha de Rosto	folhaDeRosto_Estresse_oxidativo_ALIN E_FLAVIA assinado assinado.pdf	22/04/2024 11:19:56	Thárcis Rocha de Oliveira	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Endereço: LABESC - Sala 14

Bairro: Campus Universitário

UF: PR

Município: LONDRINA

Telefone: (43)3371-5455

CEP: 86.057-970

E-mail: cep288@uel.br

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE
LONDRINA - UEL



Continuação do Parecer: 6.856.076

LONDRINA, 29 de Maio de 2024

Assinado por:
Adriana Lourenço Soares Russo
(Coordenador(a))

Endereço: LABESC - Sala 14

Bairro: Campus Universitário

UF: PR

Município: LONDRINA

Telefone: (43)3371-5455

CEP: 86.057-970

E-mail: cep268@uel.br