

RANQUEAMENTO DE AMBIENTES OCUPACIONAIS: APLICAÇÃO DO MÉTODO MACBETH

ALEX SIQUEIRA COSTA – alexcosta.lab@gmail.com
UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP - BAURU-FEB

REGIANE MÁXIMO SIQUEIRA – regiane.maximo@unesp.br
UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP - BAURU-FEB

OCTAVIANO ROJAS LUIZ – octaviano.rojas@unesp.br
UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP - ITAPEVA-ICE

CÉSAR AUGUSTO GALVÃO DE MORAIS – cesar.morais@unesp.br
UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP - ITAPEVA-ICE

ÁREA: *8. ENGENHARIA DO TRABALHO*
SUBÁREA: *8.4 - GESTÃO DE RISCOS DE ACIDENTES DO TRABALHO*

RESUMO: *APÓS A REVOLUÇÃO INDUSTRIAL AS ORGANIZAÇÕES TIVERAM QUE SE MODERNIZAR PARA SEREM MAIS COMPETITIVAS. UM DOS EFEITOS DA ERA TECNOLÓGICA SÃO OS PROBLEMAS DE RISCOS EM AMBIENTES OCUPACIONAIS. A ENGENHARIA DE SEGURANÇA DO TRABALHO VISA MITIGAR ACIDENTES DE TRABALHAO. DIANTE DISSO, UMA DAS FORMAS DE AUXILIAR NA SAÚDE DOS TRABALHADORES É ATRAVÉS DA ELABORAÇÃO DO MAPA DE RISCO, O QUAL VISA REPRESENTAR GRAFICAMENTE OS AGENTES DE RISCOS FÍSICOS, QUÍMICOS, BIOLÓGICOS, ERGONÔMICOS E DE ACIDENTES PRESENTES NO LOCAL DE TRABALHO COM O OBJETIVO DE PRESERVAR A SAÚDE DOS TRABALHADORES. NESSE CONTEXTO, ESTE ARTIGO TEM COMO OBJETIVO AUXILIAR OS MEMBROS DA CIPA, DE UMA UNIDADE DE UNIVERSIDADE PÚBLICA DO ESTADO DE SÃO PAULO, NA TOMADA DE DECISÃO PARA CONHECER QUAIS LABORATÓRIOS DEVEM SER PRIORIZADOS NA ELABORAÇÃO DO MAPA DE RISCO. PARA ALÇAR ESSE OBJETIVO, FOI UTILIZADO UM MÉTODO DE ANÁLISE DE DECISÃO DE MULTICRITÉRIOS (MCDA) PARA RANQUEAR SEIS LABORATÓRIOS DE ACORDO COM A INTENSIDADE DOS GRAUS DE RISCO EM ORDEM DECRESCENTE. APÓS A APLICAÇÃO DO MÉTODO MACBETH ATRAVÉS DO SOFTWARE M-MACBETH FOI POSSÍVEL CHEGAR AO RANKING DOS LABORATÓRIOS ESTUDADOS. ESPERA-SE QUE ESSE ESTUDO POSSA SERVIR COMO MODELO PARA OUTRAS ORGANIZAÇÕES QUE DESEJAM CONHECER QUAIS OS AMBIENTES POSSUEM MAIORES GRAUS DE RISCOS A SAÚDE DE SEUS TRABALHADORES, PRIORIZANDO SEUS RECURSOS COM O FOCO NA PREVENÇÃO DE ACIDENTES.*

PALAVRAS-CHAVES: *MAPA DE RISCO; ANÁLISE DE DECISÃO DE MULTICRITÉRIOS; MACBETH.*

RANKING OF THE WORK ENVIRONMENTS: APLICATION OF THE MACBETH METHOD

ABSTRACT: *AFTER THE INDUSTRIAL REVOLUTION, ORGANIZATIONS HAD TO MODERNIZE THEMSELVES TO BE MORE COMPETITIVE. ONE OF THE EFFECTS OF THE TECHNOLOGICAL ERA IS RISK PROBLEMS IN WORK ENVIRONMENTS. WORK SAFETY ENGINEERING CAME WITH THE PURPOSE OF MITIGATING ACCIDENTS AND THEIR CONSEQUENCES. IN ACCORDANCE WITH THIS, ONE OF THE WAYS TO HELP WITH WORKERS' HEALTH IS THROUGH THE PREPARATION OF RISK MAPS. THE RISK MAP AIMS TO GRAPHICALLY REPRESENT THE PHYSICAL, CHEMICAL, BIOLOGICAL, ERGONOMIC AND ACCIDENT RISK AGENTS PRESENT IN THE WORKPLACE WITH THE OBJECTIVE OF PRESERVING THE HEALTH OF THOSE WHO TRAVEL OR WORK IN THE ENVIRONMENT REPRESENTED. IN THIS CONTEXT, THIS ARTICLE AIMS TO HELP THE MEMBERS OF AN INTERNAL ACCIDENT AND HARASSMENT PREVENTION COMMITTEE (CIPA), OF A PUBLIC UNIVERSITY UNIT IN THE STATE OF SÃO PAULO, IN MAKING DECISIONS TO FIND OUT WHICH LABORATORIES SHOULD BE PRIORITY IN PREPARATION OF THE RISK MAP. TO ACHIEVE THIS OBJECTIVE, A MULTI-CRITERIA DECISION ANALYSIS (MCDA) METHOD WAS USED TO RANK SIX LABORATORIES ACCORDING TO THE INTENSITY OF THE DEGREES OF RISK IN DESCENDING ORDER. AFTER APPLYING THE MACBETH METHOD USING THE M-MACBETH SOFTWARE, IT WAS POSSIBLE TO REACH THE RANKING OF THE LABORATORIES STUDIED. IT IS HOPEFUL THAT THIS STUDY CAN SERVE AS A MODEL FOR OTHER ORGANIZATIONS THAT WANT TO KNOW WHICH ENVIRONMENTS HAVE A GREATER DEGREE OF RISK TO THE HEALTH OF THEIR WORKERS, PRIORITIZING THEIR RESOURCES WITH A FOCUS ON ACCIDENT PREVENTION.*

KEYWORDS: *RISK MAP; MULTIPLE CRITERIA DECISION ANALYSIS; BEST-WORST METHOD.*

1. INTRODUÇÃO

O ambiente de trabalho é afetado pela ocasião dos riscos, os quais são o reflexo da modernização urbano e rural inerentes a ele (BECK, 1992). Desde a revolução industrial a modernização teve um grande alcance e os problemas da instabilidade e os riscos devido às novas tecnologias começaram a surgir (GIDDENS, 1991).

Uma das áreas da engenharia é a da segurança do trabalho. A Engenharia de Segurança do trabalho identifica, avalia e controla as situações em que há riscos nas diferentes atividades de trabalho. Seu objetivo é assegurar a integridade física do trabalhador, além de prevenir o acidente, bem como gerenciar as consequências dos acidentes quando ocorrerem. O tema segurança do trabalho significa um conjunto de medidas adotadas que visam mitigar acidentes e doenças ocupacionais, proteger a capacidade de trabalho, e o mapa de risco é uma das medidas para prevenir acidentes de trabalho (ABRÃO; ANDRADE, 2012).

Segundo Mattos e Freitas (1994), entre o final da década de 1960 e o início da década de 1970, o mapa de risco surge na Itália por meio de um movimento sindical, o qual criou um uma maneira de investigar e controlar o ambiente de trabalho pelos próprios trabalhadores conhecido como “Modelo Operário Italiano”. Esse modelo proporcionava a participação dos operadores com objetivo de promover a saúde em seus respectivos locais de trabalho, levando em conta a experiência e conhecimento da função exercida por eles.

O Mapa de Risco se desenvolve no Brasil na década de 1980. Uma versão é que sua introdução em terras brasileiras foi pelas áreas sindical e acadêmica por meio de David Capistrano, Mário Gaawryzewski, Hélio Baís Martins Filho e do Departamento Intersindical de Estudos em Saúde e Ambiente de Trabalho (Diesat) introduziram o modelo no Brasil. Já outra versão atribui o seu desenvolvimento à Fundação Jorge Duplat Figueiredo de Segurança e Medicina do Trabalho (Fundacentro) (ABRAHÃO, 1993).

De maneira geral pode-se definir o mapa de risco como uma representação gráfica de todos os fatores dos locais das atividades laborais que podem acarretar problemas na saúde dos trabalhadores. Esses fatores têm como origem os vários elementos que fazem parte do processo de trabalho como materiais, equipamentos, instalações, suprimentos, e os espaços de trabalho em que ocorrem as transformações, além da maneira como está organizado o trabalho, tais como: arranjo físico, ritmo e método de trabalho, turnos, postura durante a execução das tarefas e treinamento (MATTOS; FREITAS, 1994).

A Norma Regulamentadora de nº 05 - NR05 descreve que as organizações públicas devem constituir a Comissão interna de Prevenção de acidentes e de assédio – CIPA. Essa

comissão é responsável por elaborar o mapa de risco o qual será confeccionado ouvido os trabalhadores de seus respectivos setores.

Nesse contexto, o presente trabalho teve como objetivo auxiliar a CIPA na tomada de decisão de escolha dos locais para implementar os mapas de riscos dos laboratórios de uma unidade de uma universidade pública classificando-os de ordem crescente de acordo com as intensidades dos graus de riscos utilizando um método de análise de decisão de multicritério (do inglês *multiple criteria decision analysis* - MCDA) com objetivo de mitigar os riscos de acidentes dos usuários dos laboratórios estudados.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Nesta seção serão apresentadas informações fundamentais sobre a importância da prevenção de acidentes e como a elaboração do mapa o mapa de risco pode ajudar nesse tema.

Segundo dados do Anuário Estatístico de Acidente do Trabalho (AET, 2022) o número mais recente de Comunicação de Acidente de Trabalho (CAT) registrada no Brasil foi de 648.366 acidentes. Já os acidentes de CAT registrada no mesmo ano foram de 76.518. Nos anos 2021 e 2020, foram, respectivamente, 504.814 e 417.492 de acidentes com CAT, e de 48.280 e 76.019 de acidentes sem CAT.

Diante da consideração desses dados, medidas têm sido tomadas para diminuir os acidentes relacionados ao trabalho. O Ministério do Trabalho e Emprego (MTE) propõe 38 normas regulamentadoras (NR) como medidas para prevenir a ocorrência de doenças e acidentes de trabalho.

Alguns termos são relacionados aos riscos ocupacionais e as medidas de prevenção em Segurança e Saúde no Trabalho – SST, tais como agentes biológicos, físicos e químicos, conforme o Anexo I da norma regulamentadora nº1 (NR 01- Disposições Gerais e Gerenciamento de Riscos Ocupacionais), que foram organizados na Tabela 1.

Para a avaliação da exposição do trabalhador a esses agentes, é utilizada a norma regulamentadora nº09 (NR 09 – Avaliação e Controle das Exposições Ocupacionais e Agentes Físicos, Químicos e Biológicos). Nessa norma regulamentadora, em seu subitem 9.4.1, descreve o seguinte:

> Deve ser realizada análise preliminar das atividades de trabalho e dos dados já disponíveis relativos aos agentes físicos, químicos e biológicos, a fim de determinar a necessidade de adoção direta de medidas de prevenção ou de realização de avaliações qualitativas ou, quando aplicáveis, de avaliações quantitativas (BRASIL, 2021, p.2).

TABELA 1 – Definições dos agentes, biológicos, físicos e químicos

Termos	Definições	Exemplos
Agente biológico	Microrganismos, parasitas ou materiais originados de organismos que, em função de sua natureza e do tipo de exposição, são capazes de acarretar lesão ou agravo à saúde do trabalhador.	Bactéria *Bacillus anthracis*, vírus linfotrópico da célula T humana, príon agente de doença de *Creutzfeldt-Jakob*, fungo *Coccidioides immitis.*
Agente físico	Qualquer forma de energia que, em função de sua natureza, intensidade e exposição, é capaz de causar lesão ou agravo à saúde do trabalhador. Observação: Critérios sobre iluminamento, conforto térmico e conforto acústico da NR-17 não constituem agente físico para fins da NR-09.	Ruído, vibrações, pressões anormais, temperaturas extremas, radiações ionizantes, radiações não ionizantes.
Agente químico	Substância química, por si só ou em misturas, quer seja em seu estado natural, quer seja produzida, utilizada ou gerada no processo de trabalho, que em função de sua natureza, concentração e exposição, é capaz de causar lesão ou agravo à saúde do trabalhador.	Fumos de cádmio, poeira mineral contendo sílica cristalina, vapores de tolueno, névoas de ácido sulfúrico.

Fonte: Anexo I da NR-01 (Adaptado de BRASIL, 2020)

Segundo a norma regulamentadora de nº 17 (NR 17 – Ergonomia), no subitem 17.3.1, a avaliação ergonômica deve ser realizada visando medidas de prevenção e adequações aos trabalhadores. O subitem 17.3.1.1 da norma regulamentadora de nº 17 (NR 17 – Ergonomia) descreve como a avaliação deve ser realizada. Esse subitem diz o seguinte:

> A avaliação ergonômica preliminar das situações de trabalho pode ser realizada por meio de abordagens qualitativas, semiquantitativas, quantitativas ou combinação dessas, dependendo do risco e dos requisitos legais, a fim de identificar os perigos e produzir informações para o planejamento das medidas de prevenção necessárias (BRASIL, 2021, p. 2).

A avaliação ergonômica preliminar, segundo a NR 17, pode ser realizada conforme diz o subitem 17.3.1.2:

> A avaliação ergonômica preliminar pode ser contemplada nas etapas do processo de identificação de perigos e de avaliação dos riscos descrito no item 1.5.4 da Norma Regulamentadora nº 01 (NR 01) – Disposições Gerais e Gerenciamento de Riscos Ocupacionais (BRASIL, 2021, p.2).

Com o objetivo de proteger a saúde e a integridade física daqueles que desenvolvem suas atividades em seu respectivo trabalho, a norma regulamentadora de nº12 (NR 12 - Segurança do Trabalho em Máquinas e Equipamentos) estabelece no seu subitem 12.1.1 o seguinte:

> Esta Norma Regulamentadora - NR e seus anexos definem referências técnicas, princípios fundamentais e medidas de proteção para resguardar a saúde e a integridade física dos trabalhadores e estabelece requisitos mínimos para a prevenção de acidentes e doenças do trabalho nas fases de projeto e de utilização de máquinas e equipamentos, e ainda à sua fabricação, importação, comercialização, exposição e cessão a qualquer título, em todas as atividades econômicas, sem prejuízo da observância do disposto nas demais NRs aprovadas pela Portaria MTb n.º 3.214, de 8 de junho de 1978, nas normas técnicas oficiais ou nas normas internacionais aplicáveis e, na ausência ou omissão destas, opcionalmente, nas normas Europeias tipo “C” harmonizadas (BRASIL, 2019, p.3).

Há uma limitação na legislação brasileira em que estabelece aleatoriamente ou arbitrariamente os grupos de riscos (físicos, químicos, biológicos, ergonômicos e mecânicos) (MATTOS; FREITAS, 1994). Porém, nos últimos anos ocorreram algumas mudanças com as novas atualizações das NR. Uma exceção é em relação ao risco mecânico (ou de acidentes), o qual não tem uma NR específica sobre esse tipo de risco, mas sua abordagem está distribuída de maneira aleatória em grande parte das NR. Em versões anteriores, a NR 09 trazia em seu anexo IV uma tabela com todos os grupos envolvendo os riscos conforme pode ser observado na Tabela 2. Porém, depois da atualização da NR, essa tabela não faz mais parte, contudo ela tem sido ainda utilizada nos dias de hoje como modelo para a construção de mapas de risco.

TABELA 2 – Classificação dos principais riscos ocupacionais em grupos, de acordo com a sua natureza e a padronização das cores correspondentes

GRUPO 1 VERDE	GRUPO 2 VERMELHO	GRUPO 3 MARROM	GRUPO 4 AMARELO	GRUPO 5 AZUL
Riscos Físicos	Riscos Químicos	Riscos Biológicos	Riscos Ergonômicos	Riscos de Acidentes
Ruídos	Poeiras	Vírus	Esforço físico intenso	Arranjo físico inadequado
Vibrações	Fumos	Bactérias	Levantamento e transporte manual de peso	Máquinas e equipamentos sem proteção
Radiações ionizantes	Névoas	Protozoários	Exigência de postura inadequada	Ferramentas inadequadas ou defeituosas
Radiações não ionizantes	Neblinas	Fungos	Controle rígido de produtividade	Iluminação inadequada
Frio	Gases	Parasitas	Imposição de ritmos excessivos	Eletricidade
Calor	Vapores	Bacilos	Trabalho em turno e noturno	Probabilidade de incêndio ou explosão
Pressões anormais	Substâncias compostas ou produtos químicos em geral		Jornada de trabalho prolongada	Armazenamento inadequado
Umidade			Monotonia e repetitividade	Animais peçonhentos
			Outras situações causadoras de stress físico e/ou psíquico	Outras situações de risco que poderão contribuir para a ocorrência de acidentes

Fonte: Anexo IV da versão revogada da NR 09 (BRASIL, 1994)

No antigo texto da NR 09 (portaria n.º 25, de 29 de dezembro de 1994) o anexo IV foi retirado por meio da atualização dessa NR. Portanto, atualmente, as etapas de elaboração

(Quadro 1) do mapa de risco deixaram de ser detalhadas. Porém, apesar da norma ter sido revogada, o anexo IV é muito utilizado devido a sua importância no processo de elaboração do mapa de risco.

QUADRO 1 – Etapas da elaboração do mapa de risco do anexo IV da NR 09 revogada

Etapas	Itens relacionados às etapas
1 - Conhecer o processo de trabalho no local analisado	- os trabalhadores: número, sexo, idade, treinamento profissionais e de segurança e saúde; - os instrumentos e materiais de trabalho; - as atividades exercidas; - o ambiente.
2 - Identificar os riscos existentes no local analisado, conforme a classificação da tabela.	Nada consta
3 - Identificar as medidas preventivas existentes e sua eficácia	- medidas de proteção coletiva; - medidas de organização do trabalho; - medidas de proteção individual; - medidas de higiene e conforto: banheiro, lavatórios, vestiários, armários, bebedouro, refeitório.
4 - Identificar os Indicadores de saúde:	- queixas mais frequentes e comuns entre os trabalhadores expostos aos mesmos riscos; - acidentes de trabalho ocorridos; - doenças profissionais diagnosticadas; - causas mais frequentes de ausência ao trabalho
5 - Conhecer os levantamentos ambientais já realizados no local;	Nada consta
6 - Elaborar o Mapa de Riscos, sobre o layout da empresa, indicando através de círculo:	- o grupo a que pertence o risco, de acordo com a cor padronizada na Tabela; - o número de trabalhadores expostos ao risco, o qual deve ser anotado dentro do círculo; - a especialização do agente (por exemplo: químico-sílica, hexano, ácido clorídrico, ou argonômico-repetividade, ritmo excessivo) que deve ser anotada também dentro do círculo; - a Intensidade do risco, de acordo com a percepção dos trabalhadores, que deve ser representada por tamanhos diferentes de círculos. - causas mais frequentes de ausência ao trabalho.

Fonte: Anexo IV da versão revogada da NR 09 (Adaptado de BRASIL, 1994)

Conforme o item 6 do Quadro 1, a intensidade do risco é identificada de acordo com a percepção dos trabalhadores e com círculos de tamanhos diferentes.

A gravidade dos riscos poderá ser indicada no mapa de risco de acordo com os diâmetros dos círculos nas seguintes proporções: Quando houver em uma mesma fonte riscos diferentes com a mesma gravidade, a representação poderá ser feita utilizando-se um único círculo, dividindo-o em setores com as cores correspondentes. Os riscos podem ser indicados como gravidade pequena, média ou grande, com círculos com proporções de 1, 2 e 4, respectivamente. Caso ocorra uma mesma gravidade em uma mesma fonte de diferentes

riscos, pode-se utilizar apenas um círculo divido em setores com as correspondentes cores (TEIXEIRA; VALE, 2010).

Especialmente, a norma regulamentadora de nº05 (NR-05 - Comissão interna de Prevenção de acidentes e de assédio – CIPA), estabelece uma comissão permanente que visa auxiliar na prevenção de acidentes. O subitem 5.1.1 dessa norma descreve:

> Esta norma regulamentadora - NR estabelece os parâmetros e os requisitos da Comissão Interna de Prevenção de Acidentes e de Assédio - CIPA tendo por objetivo a prevenção de acidentes e doenças relacionadas ao trabalho, de modo a tornar compatível permanentemente o trabalho com a preservação da vida e promoção da saúde do trabalhador (BRASIL, 2022, p.1).

A NR-05 descreve, dentre outros assuntos, as atribuições da CIPA. Uma das atribuições está relacionada ao registro da percepção dos riscos pelos trabalhadores. Os subitens a) e b) do subitem 1.5.3.3 da NR-01 determinam o seguinte:

> a) consultar os trabalhadores quanto à percepção de riscos ocupacionais, podendo para este fim ser adotadas as manifestações da Comissão Interna de Prevenção de Acidentes e de Assédio - CIPA, quando houver; e b) comunicar aos trabalhadores sobre os riscos consolidados no inventário de riscos e as medidas de prevenção do plano de ação do PGR (BRASIL, 2022, p.2).

Destaca-se que a CIPA, segundo a NR-05, possui 10 atribuições. Uma dessas atribuições descreve o seguinte:

> b) registrar a percepção dos riscos dos trabalhadores, em conformidade com o subitem 1.5.3.3 da NR-01, por meio do mapa de risco ou outra técnica ou ferramenta apropriada à sua escolha, sem ordem de preferência, com assessoria do Serviço Especializado em Segurança e em Medicina do Trabalho - SESMT, onde houver (BRASIL, 2022, p.2);

Em uma das informações listadas, a NR 01, no subitem 1.4.4, determina que todo trabalhador, ao ser admitido, deve receber informações sobre os riscos ocupacionais que existam ou possam originar-se nos locais de trabalho. Nesse contexto o mapa de risco pode ser uma ferramenta para orientar o trabalhador sobre os riscos inerentes a sua respectiva atividade. De acordo com Mattos e Freitas (1994) os riscos do local de trabalho podem ser representados em planta baixa ou em esboço (croqui) e uma tabela anexa com os tipos de riscos. Segundo Galante (2015), através da elaboração do mapa de risco, a identidade visual por meio de cores para cada grupo de risco é muito importante para facilitar a identificação dos riscos pelos trabalhadores.

3. METODOLOGIA

Para se alcançar o objetivo desse estudo, foi utilizada uma análise de decisão de múltiplos critérios (do inglês *multiple criteria decision analysis* – MCDA) baseada na

abordagem de medir a atratividade por uma técnica de avaliação baseada em categorias (do inglês *measuring attractiveness by a category based evaluation technique* – MACBETH).

A metodologia MACBETH foi desenvolvida por Bana e Costa e Vasnick no início da década de 1990 (CARAYANNINS *et al*, 2018). Esse método permite avaliar opções diante de múltiplos critérios. O que o difere de outros métodos de MCDA é que ele utiliza julgamentos qualitativos apenas em relação às diferenças de atratividade entre elementos que visam gerar pontuações para cada critério, além de ponderá-los. Há sete categorias de diferença de atratividade que são introduzidas nessa metodologia, as quais são: nula; muito fraca; fraca; moderada; forte; muito forte e; extrema (BANA e COSTA *et al*., 2017).

Segundo Bana e Costa e Vansnick (1995) o MACBETH faz comparações das opções não somente entre si, mas também com referências, as quais podem ser piores ou melhores que as opções, o que o faz ser uma ferramenta ideal quando se deseja construir *rankings*.

No estudo do presente artigo foi utilizado o método MACBETH com o objetivo de ranquear cinco laboratórios para fins acadêmicos e de pesquisa a fim de fornecer aos membros da CIPA um auxílio para a elaboração do mapa de risco dos laboratórios (do maior para o de menor risco ocupacional). Foi necessário estruturar o problema, em que foram definidas as cinco opções e três pontos de vista fundamentais, como pode ser observado no Quadro 2, relatados por dois decisores.

QUADRO 2 – Opções e pontos de vista fundamentais.

Opções	**Pontos de vista fundamentais**
L1 - Laboratório de Celulose e Papel L2 - Laboratório de Indústria do Mobiliário e da Construção L3 - Laboratório de Painéis L4 - Laboratório de Propriedades dos Materiais L5 - Laboratório de Serraria e Beneficiamento	PV1 - Características do ambiente ocupacional PV2 - Intensidade dos riscos ocupacionais PV3 - Quantidade de elementos manipulados

Fonte: Elaborado pelo autor

Em seguida, foram desenvolvidos os descritores qualitativos e quantitativos, os quais são níveis de desempenho que serviram para avaliar a atratividade das opções indiretamente dos pontos de vistas fundamentais “Intensidade dos riscos ocupacionais” e “Quantidade de elementos manipulados”. No caso do ponto de vista fundamental “Características do ambiente ocupacional” foi avaliada a atratividade de maneira direta (sem níveis qualitativos ou quantitativos), pois foi considerado que cada opção de laboratório tinha características peculiares como por exemplo, ambientes com máquinas de usinagem, vidrarias e produtos químicos. Logo após, foi estabelecido os níveis de referência que o método utiliza na construção dos *scores*, que por padrão têm os valores de 100 para o nível bom e 0 para o nível

neutro, que nesse caso específico para o nível bom foram considerados o nível qualitativo “A” e o nível quantitativo “10”, já que o interesse do estudo é ranquear, do maior para o menor, os ambientes ocupacionais com maiores riscos de acidente. Para avaliar as intensidades dos riscos ocupacionais, foi adotada a escala de severidade de Hallowell e Gambatese (2009) adaptada para o contexto do presente estudo (Quadro 3). No Quadro 4 estão organizados os descritores com adaptações dos dados do Quadro 3.

QUADRO 3 – Escala de severidade

Nível de gravidade subjetiva
Desprezível
Desconforto Temporário
Desconforto Persistente
Dor temporária
Dor persistente
Primeiros Socorros menores
Primeiros Socorros maiores
Caso médico
Tempo de trabalho perdido
Invalidez permanente

Fonte: Adaptado de HALLOWELL e GAMBATESE (2009)

QUADRO 4 – Descritores

Níveis qualitativos	**Níveis quantitativos**
A - Invalidez permanente, caso médico, primeiros socorros e dor persistente. (nível bom)	Quantidade de elementos que são manipulados no ambiente ocupacional de até: - 10 (nível bom); - 6; - 4; - 2 (nível neutro).
B - Dor temporária e desconforto persistente.	
C - Desconforto temporário	
D - Não há risco existente (nível neutro)	

Fonte: Elaborado pelo autor

Para aplicação do método, foi utilizado o *software* M-MACBETH em sua versão 2.5.0, gratuita, e seu download pôde ser feito no portal https://m-macbeth.com/demo/. Incialmente foi desenvolvido um protocolo para a coleta de informações baseado nos níveis qualitativos e quantitativos, além dos pontos de vistas fundamentais. A construção das escalas de valor dos pontos de vistas fundamentais baseou-se nas sete categorias do método como já mencionadas no início desta seção, e para cada ponto de vista fundamental foi considerado os níveis de desempenho na construção das matrizes de julgamento. O questionário dessa etapa buscou ser o mais simples possível para a compreensão da aplicação do modelo, como por exemplo, no caso do ponto de vista fundamental “Intensidade dos riscos ocupacionais”, foi feita a seguinte questão o seguinte: “Qual é o valor de importância quando a intensidade de risco passar de A para B?”.

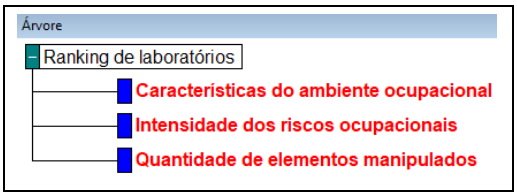
Os julgamentos visam avaliar as diferenças de atratividade dos pontos de vistas fundamentais listados diante das respostas assinaladas pelos decisores, sendo que as comparações foram realizadas entre o pior nível de desempenho com os demais e entre seus pares que correspondem a diagonal principal e a última coluna da matriz de decisão do método.

Após a avaliação de diferença de atratividade dos pontos de vistas fundamentais, foi realizada a construção dos pesos dos critérios, a qual se baseou em uma ordenação decrescente de atratividade dos pontos de vistas fundamentais, solicitando que o entrevistado escolhesse um nível para melhorar nos pontos de vista fundamentais de maneira sucessiva. Em seguida, foi construída a matriz de juízos de valor com o objetivo de fazer o julgamento da diferença de atratividade, que, por exemplo, em um dos questionamentos foi solicitado o seguinte: “O quão é mais importante passar de neutro para bom o PV2 ao invés de passar de neutro para bom o PV3”.

4. RESULTADOS

Nesta seção são apresentados os resultados obtidos da aplicação do método por meio da utilização do *software*, conforme descrito na seção anterior. A Figura 1 apresenta a estrutura denominada árvore de valor do *software*. Por meio da árvore de valor é possível visualizar o nó inicial que é o objetivo da aplicação, e os nós referentes aos pontos de vistas fundamentais para gerar o *ranking* dos ambientes ocupacionais, os quais são as opções definidas na seção anterior, representadas pela Figura 2.

Figura 1 – Árvore de valor.



Fonte: Elaborada pelo autor (Adaptado do *software* M-MACBETH, 2024).

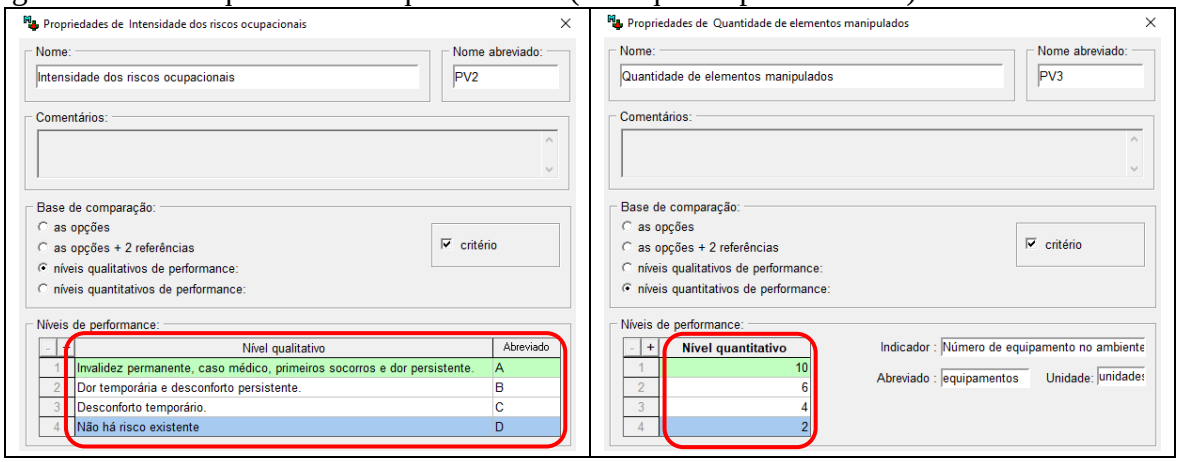
Figura 2 – Opções a serem ranqueadas.



Fonte: Elaborada pelo autor (Adaptado do *software* M-MACBETH, 2024).

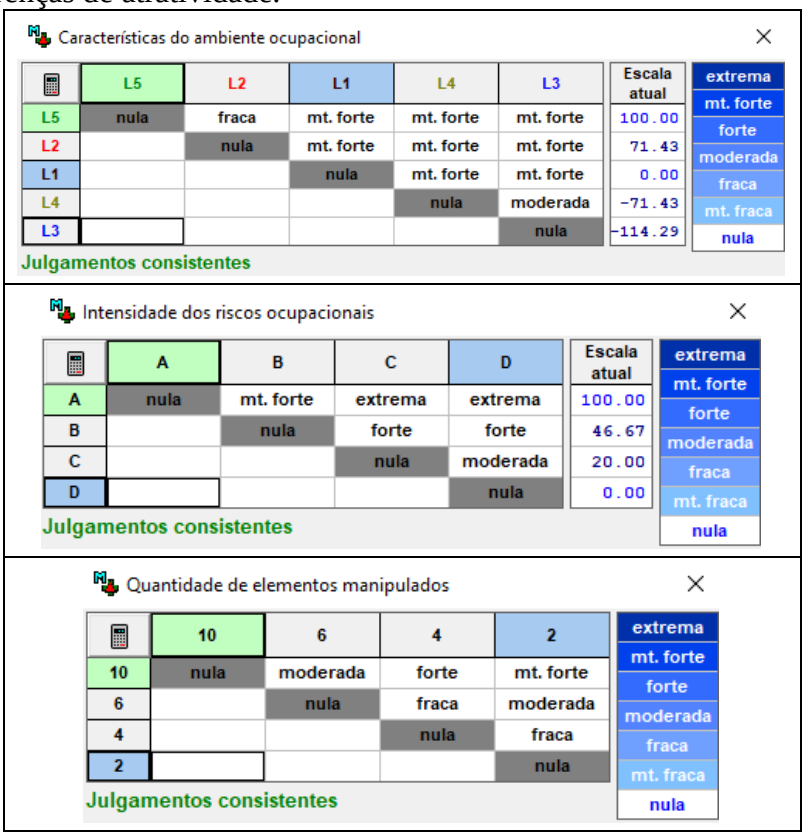
Após a inclusão das opções e da construção da árvore de valor, foram definidos os níveis qualitativos e quantitativos em relação aos pontos de vistas fundamentais “Intensidade dos riscos ocupacionais” e “Quantidade de elementos manipulados”, respectivamente (Figura 3). Em seguida foi aplicada a escala de diferença de atratividade para cada um dos três pontos de vistas fundamentais, como pode ser observado na Figura 4.

Figura 3 – Níveis qualitativos e quantitativos (da esquerda para a direita).



Fonte: Elaborada pelo autor (Adaptado do *software* M-MACBETH, 2024).

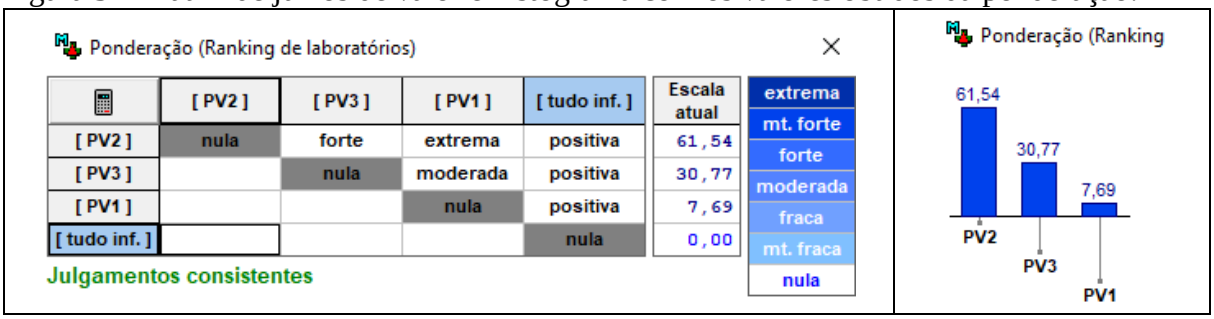
Figura 4 – Diferenças de atratividade.



Fonte: Elaborada pelo autor (Adaptado do *software* M-MACBETH, 2024).

Depois de avaliada a diferença de atratividade dos pontos de vistas fundamentais, foi construída a matriz de juízos de valor com o objetivo de fazer o julgamento da diferença de atratividade dos pontos de vista fundamentais, que foi obtida através da ponderação do *software* como pode ser observado no resultado dos pesos calculados na Figura 5.

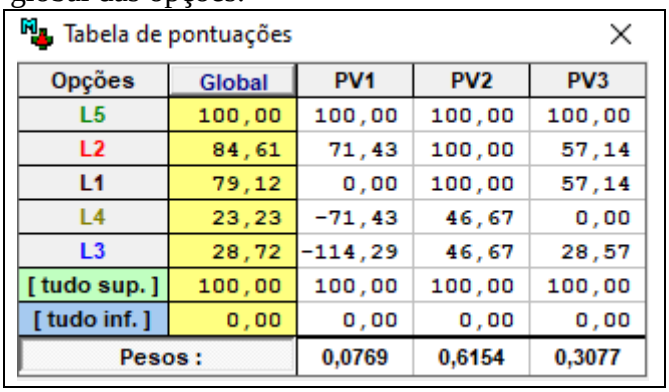
Figura 5 – Matriz de juízos de valor e histograma com os valores obtidos da ponderação.



Fonte: Elaborada pelo autor (Adaptado do *software* M-MACBETH, 2024).

Em seguida o *software* M-MACBETH gerou a ordenação das opções conforme a Figura 6, e foi possível verificar que o laboratório "L5" foi o ambiente com maior risco ocupacional, seguido dos laboratórios L2, L1, L4 e L3, e painéis na última posição.

Figura 6 – Pontuação global das opções.



Opções	Global	PV1	PV2	PV3
L5	100,00	100,00	100,00	100,00
L2	84,61	71,43	100,00	57,14
L1	79,12	0,00	100,00	57,14
L4	23,23	-71,43	46,67	0,00
L3	28,72	-114,29	46,67	28,57
[tudo sup.]	100,00	100,00	100,00	100,00
[tudo inf.]	0,00	0,00	0,00	0,00
Pesos :		0,0769	0,6154	0,3077

Fonte: Elaborada pelo autor (Adaptado do *software* M-MACBETH, 2024).

5. CONCLUSÕES

Este estudo buscou apresentar uma classificação de laboratórios com um dos métodos de MCDA. A aplicação do método MACBETH foi eficaz no apoio a decisão quando se deseja classificar ambientes ocupacionais visando o suporte para uma ordem de prioridades. Ao utilizar o *software* M-MACBETH foi verificado que o laboratório de serraria e beneficiamento da madeira é o ambiente ocupacional com maior risco e como orientação a CIPA pode iniciar a elaboração do mapa de risco a partir desse local.

Espera-se que esse artigo possa auxiliar no futuro outros estudos que visam à priorização de ambientes ocupacionais de outras unidades universitárias, como por exemplo laboratórios, bem como de outras organizações públicas ou privadas na tomada de decisão em assuntos relacionados à saúde e segurança do trabalhador.

REFERÊNCIAS

ABRAHÃO, M. J., 1993. **Mapeamento de risco** - CIPA, 159: 22-27.

ABRÃO, M. E. G.; ANDRADE, S. J. **Uma análise sobre a evolução da engenharia de segurança do trabalho à luz da legislação brasileira vigente**. Intercursos, Ituiutaba, v11, n. 2, jul. Dez. 2012.

BANA E COSTA, C. A.; VANSNICK, J. C. 1995. **Uma nova abordagem ao problema da construção de uma função de valor cardinal: MACBETH**. Investigação Operacional, 15, 15-35.

BANA E COSTA, C. A.; DE CORTE, J.M.; VANSNICK, J. C.2017. **M-MABETH: Manual do usuário**. Disponível em: <https://m-macbeth.com/wp-content/uploads/2017/10/M-MACBETH-Manual-do-usuario.pdf>. Acesso em 20 de junho de 2024.

BECK, U.R. **Risk society towards a new modernity.** Tousand Oaks: SAGE Publications, London, New Dehli, 1992.

BRASIL. **Anuário Estatístico da Previdência Social: AEPS 2022**. Disponível em:<https://www.gov.br/previdencia/pt-br/assuntos/previdencia-social/saude-e-seguranca-do-trabalhador/acidente_trabalho_incapacidade/arquivos/aeat-2022.zip/view>. Acesso em 1º de junho de 2024.

BRASIL. **NR 01 - Disposições gerais e gerenciamento de riscos ocupacionais**. Portaria SEPRT n.º 6.730, de 09 de março de 2020. Brasília (DF): Ministério do Trabalho e Emprego. Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/acesso-a-informacao/participacao-social/conselhos-e-orgaos-colegiados/comissao-tripartite-partitaria-permanente/normas-regulamentadora/normas-regulamentadoras-vigentes> Acesso em 1º de junho de 2024.

BRASIL. **NR 05 - Comissão interna de prevenção de acidentes e de assédio - CIPA**. Portaria MTP nº 4.219, de 20 de dezembro de 2022. Brasília (DF): Ministério do Trabalho e Emprego. Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/acesso-a-informacao/participacao-social/conselhos-e-orgaos-colegiados/comissao-tripartite-partitaria-permanente/normas-regulamentadora/normas-regulamentadoras-vigentes> Acesso em 1º de junho de 2024.

BRASIL. **NR 12 - Segurança no trabalho em máquinas e equipamentos**. Portaria SEPRT n.º 916, de 30 de julho. Brasília (DF): Ministério do Trabalho e Emprego. Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/acesso-a-informacao/participacao-

social/conselhos-e-orgaos-colegiados/comissao-tripartite-partitaria-permanente/normas-regulamentadora/normas-regulamentadoras-vigentes> Acesso em 1º de junho de 2024.

BRASIL. **NR 17 - Ergonomia. Portaria MTP n.º 423 de 07 de outubro de 2021**. Brasília (DF): Ministério do Trabalho e Emprego. Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/acesso-a-informacao/participacao-social/conselhos-e-orgaos-colegiados/comissao-tripartite-partitaria-permanente/normas-regulamentadora/normas-regulamentadoras-vigentes> Acesso em 1º de junho de 2024.

BRASIL. **NR 9 - Programa de prevenção de riscos ambientais.** Portaria n.º 25, de 29 de dezembro de 1994. Brasília (DF): Ministério do Trabalho e Emprego. Disponível em:< https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/acesso-a-informacao/participacao-social/conselhos-e-orgaos-colegiados/comissao-tripartite-partitaria-permanente/normas-regulamentadora/normas-regulamentadoras-vigentes/norma-regulamentadora-no-9-nr-9> Acesso em 1º de junho de 2024.

BRASIL. **NR 9 - Avaliação e controle das exposições ocupacionais a agentes físicos, químicos e biológicos.** Portaria SEPRT n.º 8.873, de 23 de julho de 2021. Brasília (DF): Ministério do Trabalho e Emprego. Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/acesso-a-informacao/participacao-social/conselhos-e-orgaos-colegiados/comissao-tripartite-partitaria-permanente/normas-regulamentadora/normas-regulamentadoras-vigentes> Acesso em 1º de junho de 2024.

CARAYANNIS, E. G., FERREIRA, F. A. F., BENTO, P., FERREIRA, J. J. M., JALALI, M. S., FERNANDES, B. M. Q. (2018). **Developing a socio-technical evaluation index for tourist destination competitiveness using cognitive mapping and MCDA**. Technological Forecasting & Social Change, 131, 147-158. https://doi.org/10.1016/j.techfore.2018.01.015.

GALANTE, E. B. F. **Princípios de gestão de riscos**. Curitiba: Appris, 2015.

GIDDENS, A.. **As consequências da modernidade**. São Paulo: Unesp, 1991

HALLOWELL, M. R.; GAMBATESE, J. A. **Activity-Based Safety Risk Quantification for Concrete Formwork Construction**. Journal of Construction Engineering and Management, v.135, n.10, p.990-998, 2009.

MATTOS, U. A. O; FREITAS, N.B.B. **Mapa de risco no Brasil: as limitações da aplicabilidade de um modelo operário.** Cad Saúde Pública, 1994.

TEIXEIRA, P.; VALLE, S. **Biossegurança: uma abordagem multidisciplinar.** São Paulo: Editora FIOCRUZ, 2010.