

Ergonomia cognitiva e carga mental nos serviços de saúde: impactos do excesso de alarmes, ruído e iluminação inadequada na fadiga mental e no erro assistencial

Cognitive ergonomics and mental workload in healthcare services: impacts of excessive alarms, noise and inadequate lighting on mental fatigue and care errors

Eliane Aparecida Peixoto¹; Ana Paula de Figueiredo²; Oldair Donizete Galeni³; Danielle Cristina Cândido Maia Castro⁴; Mariana Fabricio Rezende⁵; Leticia Ximenes Costa⁶; Rosevane Brito Cavalcante⁷; Otiniel Alves Palmeira⁸; Ruy Procópio Rodrigues⁹; Telma de Souza Xavier Silva¹⁰; Mercicleide Najar de Souza¹¹; Nubia Regina Cavalcante Passos¹²

Resumo

Os ambientes assistenciais contemporâneos apresentam crescente incorporação de tecnologias, equipamentos de monitorização, sistemas de alerta e múltiplas fontes de informação destinadas a ampliar a segurança e a capacidade de resposta das equipes. Entretanto, quando esses recursos coexistem com excesso de alarmes, elevados níveis de ruído, interrupções frequentes, iluminação

¹ Universidade Federal do Amazonas/UFAM – Manaus – AM – Brasil.

² Universidade Ibirapuera, Anhanguera e Cruzeiro do Sul – São Paulo– SP – Brasil. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7541-1539>

³ Universidade Federal de Uberlândia – MG – Brasil. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0586-9234>

⁴ Universidade Federal do Amazonas/UFAM – Manaus – AM – Brasil.

⁵ Advocacia Agostini e Soares advocacia – Uberlândia – MG – Brasil.

⁶ Universidade Federal do Amazonas/UFAM – Manaus – AM – Brasil.

⁷ Universidade Federal do Amazonas/UFAM – Manaus – AM – Brasil.

⁸ Universidade Federal de Uberlândia – Uberlândia – MG – Brasil.

⁹ Hospital Universitário Getúlio Vargas/UFAM – Manaus – AM – Brasil.

¹⁰ Universidade Federal de Uberlândia – Uberlândia – MG – Brasil.

¹¹ Hospital Universitário Getúlio Vargas/UFAM – Manaus – AM – Brasil.

¹² Hospital Universitário Getúlio Vargas/UFAM – Manaus – AM – Brasil.

inadequada, pressão temporal e necessidade permanente de alternância entre tarefas, podem aumentar significativamente a carga mental dos profissionais de saúde. O presente estudo tem como objetivo analisar, sob a perspectiva da ergonomia cognitiva, a influência das condições ambientais sobre a fadiga mental, atenção, processamento de informações, tomada de decisão e ocorrência de erros assistenciais. Trata-se de uma revisão narrativa da literatura, fundamentada em estudos nacionais e internacionais relacionados à ergonomia, fatores humanos, segurança do paciente, enfermagem, fadiga de alarmes, ruído ocupacional, iluminação e carga cognitiva. As evidências apontam que a exposição contínua a alarmes excessivos e não acionáveis pode produzir dessensibilização, redução da capacidade de discriminar alertas prioritários e atraso na resposta, fenômeno conhecido como fadiga de alarmes. Simultaneamente, ruídos ambientais e condições luminosas inadequadas podem interferir na concentração, comunicação, estado de alerta e desempenho durante jornadas prolongadas, principalmente em unidades de terapia intensiva, emergência e setores com alta densidade tecnológica. Conclui-se que a segurança assistencial não depende exclusivamente da competência individual dos profissionais, mas também da adequação ergonômica dos sistemas e ambientes de trabalho. Estratégias relacionadas à gestão inteligente de alarmes, redução de ruídos evitáveis, planejamento luminotécnico, organização dos fluxos, diminuição de interrupções desnecessárias e incorporação dos princípios da ergonomia cognitiva podem contribuir para reduzir a fadiga mental e fortalecer a cultura de segurança nas instituições de saúde.

Palavras-chave: Ergonomia cognitiva. Carga mental. Fadiga de alarmes. Segurança do paciente. Ruído ocupacional. Erro assistencial.

Abstract

Contemporary healthcare environments are characterized by the increasing incorporation of technologies, monitoring equipment, warning systems, and multiple sources of information designed to improve safety and responsiveness among healthcare teams. However, when these resources coexist with excessive alarms, high noise levels, frequent interruptions, inadequate lighting, time pressure, and constant task switching, professionals' mental workload may increase significantly. This study aims to analyze, from a cognitive ergonomics perspective, the influence of environmental conditions on mental fatigue, attention, information processing, decision-making, and the occurrence of care-related errors. This is a narrative literature review based on national and international studies addressing ergonomics, human factors, patient safety, nursing, alarm fatigue, occupational noise, lighting, and cognitive workload. Evidence indicates that continuous exposure to excessive and non-actionable alarms may result in desensitization, reduced ability to distinguish priority alerts, and delayed responses, a phenomenon known as alarm fatigue. Simultaneously, environmental noise and inadequate lighting conditions may interfere with concentration, communication, alertness, and performance during prolonged work shifts, particularly in intensive care units, emergency departments, and highly technological environments. It is concluded that patient safety does not depend solely on individual professional competence but also on the ergonomic suitability of work systems and environments. Strategies involving intelligent alarm management, reduction of avoidable noise, appropriate lighting design, workflow organization, reduction of unnecessary interruptions, and incorporation of cognitive ergonomics principles may contribute to reducing mental fatigue and strengthening safety culture within healthcare institutions.

Keywords: Cognitive ergonomics. Mental workload. Alarm fatigue. Patient safety. Occupational noise. Healthcare errors.

1.Introdução

A crescente complexidade tecnológica dos serviços de saúde modificou profundamente a maneira como os profissionais percebem, interpretam e respondem às informações presentes no ambiente assistencial. Monitores multiparamétricos, bombas de infusão, ventiladores mecânicos, sistemas informatizados, prontuários eletrônicos e diferentes equipamentos de suporte produzem continuamente sinais visuais e sonoros que precisam ser reconhecidos, classificados e associados às condições clínicas dos pacientes. Embora tais tecnologias sejam fundamentais para ampliar a capacidade de vigilância e intervenção, sua utilização em ambientes caracterizados por múltiplos estímulos pode também aumentar significativamente as exigências impostas aos processos cognitivos dos trabalhadores.

Nesse contexto, a ergonomia cognitiva assume relevância crescente ao investigar a interação entre características humanas e sistemas de trabalho, considerando elementos como percepção, memória, atenção, tomada de decisão, raciocínio, processamento de informações e carga mental. No cenário assistencial, a capacidade cognitiva do profissional precisa ser distribuída entre diferentes pacientes, informações clínicas, protocolos, dispositivos, comunicação da equipe e demandas imprevistas. Uma revisão de escopo publicada em 2024 identificou a elevada carga mental cognitiva como questão particularmente importante na enfermagem de emergência e destacou que interrupções, multitarefas e pressão temporal podem comprometer a vigilância, julgamento e desempenho.

A carga mental pode ser compreendida como resultado da relação entre as exigências cognitivas de determinada atividade e os recursos disponíveis para executá-la. Quando essa relação permanece equilibrada, o trabalhador consegue selecionar informações relevantes, estabelecer prioridades e responder adequadamente às demandas. Em contrapartida, situações de sobrecarga podem reduzir a capacidade de atenção sustentada, dificultar a discriminação entre estímulos importantes e irrelevantes e favorecer esquecimentos, atrasos ou respostas inadequadas. Na enfermagem, modelos de fatores humanos já demonstraram associação entre carga mental vinculada a interrupções, atenção dividida e pressão temporal e maior probabilidade de erros relacionados à medicação.

Entre os elementos ambientais que mais intensificam essa problemática encontram-se os alarmes clínicos. Unidades de alta complexidade podem apresentar grande quantidade de alertas produzidos por equipamentos distintos, muitos deles tecnicamente corretos, porém sem necessidade imediata de intervenção. A exposição repetitiva a sinais de baixa relevância clínica pode diminuir progressivamente a sensibilidade dos profissionais, produzindo a denominada fadiga de alarmes. Uma revisão sistemática recente mostrou que alarmes frequentes aumentam a carga de trabalho, reduzem a confiança nos sistemas de alarme e podem comprometer a segurança, especialmente quando alertas excessivos ou não acionáveis favorecem respostas atrasadas ou ignoradas.

Dados mais recentes reforçam a relação entre fatores ambientais e carga cognitiva. Estudo publicado em 2026 identificou associação independente entre maior carga cognitiva e fadiga de alarmes em profissionais de terapia intensiva, além de apontar o ruído ambiental percebido como outro fator relacionado ao fenômeno. Isso sugere que alarmes não devem ser analisados isoladamente, mas como parte de uma paisagem sensorial complexa na qual sons de equipamentos, conversas, telefones, movimentação de pessoas e atividades assistenciais disputam simultaneamente a atenção dos trabalhadores.

O ruído constitui, portanto, outra variável relevante para a ergonomia cognitiva hospitalar. Diferentemente da exposição ocupacional tradicionalmente avaliada apenas por sua capacidade de produzir dano auditivo, o ambiente assistencial exige considerar também efeitos cognitivos e comunicacionais. Um estudo de 2026 em unidades de terapia intensiva relacionou maior percepção de ruído a dificuldades de concentração e comunicação, bem como a maior percepção de risco à segurança do paciente. Os autores destacaram ainda o paradoxo produzido por alarmes excessivos: sinais concebidos para aumentar a vigilância podem perder sua capacidade de indicar urgência quando se tornam parte constante do ruído ambiental.

A iluminação também integra o conjunto de fatores capazes de interferir no funcionamento cognitivo e na fadiga ocupacional. A relação não é simplesmente aquela segundo a qual “menos luz” seria sempre benéfica durante períodos noturnos. Estudo realizado com enfermeiros demonstrou que níveis luminosos muito reduzidos durante o turno da noite estiveram associados a maior fadiga e sonolência quando comparados a uma condição mais iluminada, sem

evidência de melhora na qualidade do sono ou redução de incidentes. Esses resultados revelam a necessidade de equilibrar preservação dos ritmos circadianos, conforto dos pacientes, visibilidade das tarefas e manutenção do estado de alerta profissional.

Somam-se a esses elementos as interrupções frequentes e a alternância rápida entre tarefas. Administrar medicamentos, conferir prescrições, responder a alarmes, registrar informações, atender familiares e comunicar alterações clínicas podem ocorrer praticamente de forma simultânea. Cada interrupção exige que o trabalhador suspenda determinada sequência mental, direcione a atenção para outra demanda e posteriormente retome a atividade original, processo que consome recursos cognitivos e pode aumentar a possibilidade de perda de etapas. Revisão publicada em 2026 sobre erros de administração de medicamentos identificou carga de trabalho, dinâmica das unidades, ruído e distrações entre fatores relacionados ao risco de erro e à experiência de estresse dos profissionais.

Sob a perspectiva da segurança do paciente, essas evidências contribuem para deslocar a interpretação do erro exclusivamente centrada na responsabilidade individual. Falhas assistenciais podem resultar da interação entre características humanas, desenho dos sistemas, condições ambientais, organização do trabalho e disponibilidade de recursos. Quando determinado profissional permanece submetido a elevada carga cognitiva, múltiplas interrupções, fadiga, excesso de ruído e alertas concorrentes, aumenta a complexidade necessária para distinguir rapidamente informações prioritárias. Revisões sobre fadiga na enfermagem também demonstram associação consistente com redução de desempenho e desfechos desfavoráveis relacionados ao profissional e à segurança assistencial.

A incorporação dos princípios da ergonomia cognitiva permite, assim, uma interpretação mais sistêmica do trabalho em saúde. Em vez de esperar que profissionais compensem ambientes mal planejados por meio de atenção permanentemente elevada, torna-se necessário adaptar tecnologias, alarmes, iluminação, fluxos físicos e processos organizacionais às capacidades e limitações humanas. Sistemas mais seguros devem facilitar a identificação do que realmente exige atenção, diminuir estímulos desnecessários e favorecer condições ambientais compatíveis com concentração, comunicação e tomada de decisão.

Diante dessa problemática, o presente artigo tem como objetivo analisar os impactos do excesso de alarmes, ruído ambiental e iluminação inadequada sobre a carga mental, fadiga cognitiva e risco de erros assistenciais em profissionais de saúde. Busca-se ainda discutir, sob a perspectiva da ergonomia cognitiva e dos fatores humanos, estratégias de organização ambiental e tecnológica capazes de reduzir demandas cognitivas evitáveis e contribuir para maior segurança do trabalhador e do paciente.

2. Revisão da literatura

Ergonomia cognitiva aplicada aos serviços de saúde

A ergonomia cognitiva ocupa posição relevante na compreensão das relações entre trabalhadores, tecnologias, informações e organização do trabalho. Diferentemente de uma abordagem ergonômica limitada à postura, mobiliário ou esforço biomecânico, sua análise concentra-se nos processos mentais envolvidos na execução das atividades, incluindo percepção, atenção, memória, raciocínio, tomada de decisão, aprendizagem e resposta aos estímulos ambientais. Em serviços de saúde, esses processos assumem importância particular porque decisões precisam frequentemente ser realizadas sob pressão temporal, com informações incompletas, múltiplas fontes de dados e consequências potencialmente importantes para a segurança dos pacientes.

A complexidade cognitiva do trabalho assistencial torna-se mais evidente em setores como unidades de terapia intensiva, emergência, centro cirúrgico e unidades de internação com elevada dependência tecnológica. Nesses ambientes, profissionais precisam interpretar parâmetros fisiológicos, acompanhar mudanças clínicas, administrar medicamentos, operar equipamentos, comunicar informações e registrar intervenções praticamente de forma simultânea. A segurança depende, portanto, não apenas do conhecimento técnico, mas da capacidade de selecionar informações relevantes entre inúmeros estímulos concorrentes.

Sob essa perspectiva, tecnologias mal configuradas ou ambientes excessivamente estimulantes podem transformar recursos originalmente desenvolvidos para apoiar decisões em novas fontes de carga cognitiva. Interfaces complexas, alarmes pouco específicos, informações redundantes e necessidade constante de alternância entre sistemas exigem esforço adicional para

identificar aquilo que realmente possui prioridade clínica. A ergonomia cognitiva propõe justamente que tecnologias e processos sejam projetados considerando capacidades e limitações humanas, reduzindo exigências desnecessárias sobre memória, atenção e processamento de informações.

Outro aspecto fundamental encontra-se na diferença entre complexidade inerente à assistência e complexidade evitável produzida pelo próprio sistema. Determinadas situações clínicas são naturalmente difíceis e exigem elevado raciocínio profissional. Entretanto, quando o trabalhador precisa simultaneamente interpretar interfaces confusas, silenciar alertas irrelevantes, procurar informações distribuídas em diferentes sistemas e trabalhar em ambiente repleto de distrações, acrescenta-se uma carga que não decorre diretamente da necessidade clínica do paciente. Reduzir essa carga evitável representa um dos objetivos centrais dos fatores humanos e da ergonomia aplicada à segurança assistencial.

Carga mental e capacidade limitada de processamento da informação

A carga mental resulta da relação entre demandas impostas pela tarefa e recursos cognitivos disponíveis ao trabalhador em determinado momento. Essa relação é dinâmica e pode variar conforme experiência profissional, complexidade do caso, número de pacientes, fadiga, duração da jornada, interrupções e condições ambientais. Uma mesma tarefa pode representar exigência moderada em situação tranquila e tornar-se significativamente mais complexa quando realizada simultaneamente a diversas outras demandas.

A atenção humana possui capacidade limitada, característica particularmente importante em ambientes nos quais inúmeros estímulos competem por prioridade. Quando um profissional acompanha diferentes pacientes e equipamentos, cada novo sinal precisa ser identificado, interpretado e classificado. Caso o volume de informações ultrapasse a capacidade disponível para processamento adequado, estímulos importantes podem receber atenção tardia ou insuficiente. Esse fenômeno não representa necessariamente falta de conhecimento ou comprometimento profissional, mas pode refletir incompatibilidade entre as exigências do sistema e os recursos cognitivos humanos disponíveis naquele momento.

A memória de trabalho também desempenha função essencial. Durante a assistência, profissionais precisam manter temporariamente informações sobre doses, horários, parâmetros clínicos, procedimentos pendentes e prioridades. Interrupções sucessivas podem interferir nessa manutenção temporária, aumentando a necessidade de reconstruir mentalmente o ponto em que determinada tarefa foi interrompida. Quanto maior o número de atividades concorrentes, maior a possibilidade de omissões, repetições ou perda da sequência originalmente planejada.

Por essa razão, multitarefa deve ser analisada com cautela. Muitas atividades descritas como simultâneas correspondem, na realidade, a rápidas alternâncias da atenção entre tarefas diferentes. Cada mudança exige reorientação cognitiva, reconhecimento do novo contexto e posterior retomada da atividade anterior. Quando essa alternância ocorre repetidamente durante uma jornada prolongada, pode contribuir para aumento da fadiga mental e redução progressiva da eficiência cognitiva.

Fadiga de alarmes e dessensibilização aos alertas clínicos

Os alarmes clínicos representam uma das manifestações mais visíveis da sobrecarga sensorial nos ambientes de alta complexidade. Equipamentos de monitorização são programados para alertar profissionais diante de alterações potencialmente relevantes, porém limites excessivamente sensíveis, configurações padronizadas inadequadas às características individuais e artefatos podem produzir grande número de sinais que não demandam intervenção imediata. Consequentemente, o trabalhador precisa realizar continuamente uma triagem cognitiva para diferenciar alertas críticos daqueles de baixa prioridade.

A repetição de alarmes pouco relevantes pode produzir progressiva habituação ao estímulo sonoro. Quando determinado sinal ocorre inúmeras vezes sem estar associado a uma situação que exija resposta clínica, sua capacidade de captar atenção pode diminuir. A chamada fadiga de alarmes envolve justamente esse processo de exposição excessiva, podendo manifestar-se por redução da sensibilidade, atraso na resposta, silenciamento inadequado ou dificuldade para estabelecer prioridades entre alertas concorrentes.

O problema torna-se particularmente complexo porque aumentar indiscriminadamente a quantidade de alarmes não necessariamente produz maior segurança. Um sistema excessivamente

sensível pode detectar mais alterações, porém também ampliar falsos alertas e sinais não acionáveis. Quando praticamente tudo gera um aviso, distinguir aquilo que realmente exige intervenção torna-se cognitivamente mais difícil. Dessa maneira, segurança depende não apenas da existência do alarme, mas de sua especificidade, prioridade, configuração e integração com o contexto clínico.

A gestão de alarmes precisa, portanto, ser compreendida como componente da segurança institucional. Individualização de parâmetros quando clinicamente apropriada, manutenção dos equipamentos, revisão periódica das configurações, padronização de prioridades e capacitação das equipes podem contribuir para reduzir sinais desnecessários. Tecnologias capazes de integrar múltiplos parâmetros e utilizar algoritmos mais específicos também apresentam potencial para diminuir alarmes sem relevância clínica, embora sua implementação exija avaliação cuidadosa para evitar novas formas de risco.

Ruído ambiental, comunicação e desempenho cognitivo

O ruído hospitalar não se limita aos alarmes. Conversas simultâneas, telefones, movimentação de equipamentos, portas, carrinhos, sistemas de ventilação e atividades assistenciais formam uma paisagem sonora contínua. Em determinados setores, a combinação desses estímulos pode dificultar concentração e comunicação, principalmente quando tarefas exigem precisão, cálculo ou interpretação rápida de informações.

A interferência sobre a comunicação merece atenção especial. Informações clínicas frequentemente são transmitidas verbalmente em situações de urgência, passagem de plantão ou execução de procedimentos. Ambientes ruidosos podem aumentar a necessidade de repetição, favorecer interpretações equivocadas ou dificultar a percepção de mensagens. Quando combinada com uso de equipamentos de proteção, distância física ou múltiplas conversas, a qualidade da comunicação pode ser ainda mais comprometida.

Além do impacto imediato, a exposição prolongada a ambientes acusticamente intensos pode contribuir para a sensação de cansaço e irritabilidade. Mesmo níveis sonoros inferiores àqueles tradicionalmente associados à perda auditiva ocupacional podem possuir relevância ergonômica quando interferem na atenção e na execução de tarefas cognitivamente exigentes.

Dessa forma, avaliar ruído hospitalar exclusivamente pelos critérios de risco auditivo pode deixar de considerar efeitos relacionados à concentração, comunicação e carga mental.

Medidas de redução precisam considerar tanto arquitetura quanto comportamento organizacional. Manutenção de equipamentos, materiais com propriedades acústicas adequadas, ajuste do volume de sinais, redução de conversas desnecessárias em áreas críticas e planejamento de fluxos podem contribuir para ambientes mais favoráveis. Entretanto, intervenções não devem eliminar sons clinicamente importantes; o objetivo é melhorar a relação sinal-ruído, permitindo que informações prioritárias se destaquem dos estímulos de menor relevância.

Iluminação, ritmos biológicos e estado de alerta

A iluminação exerce funções que ultrapassam a simples visibilidade do ambiente. Intensidade, distribuição espacial, temperatura de cor e exposição ao longo da jornada podem influenciar conforto visual, estado de alerta e organização dos ritmos circadianos. Nos serviços que funcionam durante 24 horas, o desafio consiste em conciliar necessidades distintas: proporcionar condições adequadas para repouso dos pacientes e, simultaneamente, assegurar que profissionais consigam executar tarefas com precisão e manter vigilância durante períodos noturnos.

Iluminação insuficiente pode dificultar leitura de rótulos, identificação de dispositivos, conferência de medicamentos e realização de procedimentos. Em contrapartida, exposição luminosa inadequadamente planejada durante a noite pode interferir nos ritmos biológicos. Assim, o problema não pode ser solucionado simplesmente aumentando ou diminuindo uniformemente a luminosidade de todo o setor. Estratégias de iluminação adaptativa, direcionada às tarefas e organizada segundo horários e funções podem representar alternativas ergonomicamente mais adequadas.

A relação entre iluminação e desempenho também precisa ser interpretada em conjunto com duração da jornada, trabalho noturno e privação do sono. Um profissional que trabalha durante períodos biologicamente associados ao repouso pode apresentar maior sonolência e redução da vigilância, fenômenos que não serão completamente corrigidos apenas por modificações ambientais. A iluminação constitui, portanto, uma das variáveis de um sistema mais

amplo que inclui organização dos turnos, pausas, descanso e condições de recuperação entre jornadas.

Interrupções, distrações e fragmentação da atenção

As interrupções representam outro componente frequente do cotidiano assistencial. Chamadas telefônicas, dúvidas de colegas, solicitações de pacientes, alarmes e mudanças inesperadas na prioridade clínica podem interromper tarefas que exigem concentração. Algumas interrupções são inevitáveis e até necessárias, principalmente diante de emergências; outras, entretanto, poderiam ser reduzidas por alterações na organização do trabalho.

Durante atividades como preparo e administração de medicamentos, uma interrupção pode exigir que o profissional suspenda uma sequência de verificações e posteriormente retome o procedimento. O risco não decorre simplesmente da interrupção, mas da dificuldade de recuperar com precisão o estágio em que a tarefa foi suspensa. Esse mecanismo torna-se especialmente relevante quando diversas interrupções ocorrem em curto intervalo ou quando o trabalhador já apresenta fadiga.

A fragmentação contínua da atenção também pode contribuir para uma percepção de trabalho permanentemente inacabado. O profissional inicia uma atividade, responde a outra demanda, retorna à primeira e logo precisa redirecionar novamente a atenção. Mesmo quando nenhuma falha ocorre, esse padrão pode aumentar esforço mental e sensação de exaustão ao final da jornada. Por essa razão, organização de zonas protegidas para determinadas tarefas e protocolos de comunicação que reduzam interrupções evitáveis podem integrar estratégias de segurança.

Fadiga mental e risco de erro assistencial

A fadiga mental não corresponde apenas à sensação subjetiva de cansaço. Ela pode envolver redução da vigilância, maior tempo de resposta, dificuldade de concentração e menor eficiência na tomada de decisão. Em ambientes nos quais pequenas alterações clínicas precisam ser rapidamente reconhecidas, essas mudanças possuem relevância potencial para a segurança.

Entretanto, é importante evitar uma relação causal simplista segundo a qual ruído, iluminação inadequada ou alarmes excessivos produziriam automaticamente erros. Eventos adversos geralmente resultam da interação entre múltiplos fatores: carga de trabalho, dimensionamento de pessoal, experiência profissional, comunicação, desenho tecnológico, organização institucional, complexidade clínica, fadiga e condições ambientais. A ergonomia cognitiva permite justamente analisar essas interações em vez de procurar uma única causa.

Tal perspectiva encontra consonância com abordagens contemporâneas de segurança do paciente, que procuram compreender como características dos sistemas podem criar condições favoráveis à ocorrência de falhas. Investigar um evento adverso exclusivamente a partir da pergunta “quem errou?” pode ocultar fatores estruturais relevantes. Perguntar quais condições tornaram determinado erro mais provável permite identificar oportunidades de prevenção que ultrapassam advertências individuais ou treinamentos isolados.

Ergonomia cognitiva como estratégia de segurança do paciente e do trabalhador

A incorporação da ergonomia cognitiva à gestão dos serviços possibilita deslocar parte das intervenções preventivas para o desenho do próprio sistema de trabalho. Interfaces mais intuitivas, hierarquização adequada dos alarmes, ambientes acústicos planejados, iluminação compatível com as tarefas, padronização de informações e redução de interrupções evitáveis podem diminuir exigências cognitivas que não acrescentam valor à assistência.

Além das modificações físicas e tecnológicas, medidas organizacionais são fundamentais. Dimensionamento adequado das equipes, pausas, organização dos turnos, protocolos de comunicação e participação dos trabalhadores na identificação dos riscos podem produzir efeitos importantes. Profissionais que utilizam diariamente equipamentos e sistemas possuem conhecimento prático sobre falhas de usabilidade, alarmes recorrentes e fontes de distração, razão pela qual sua participação deve integrar processos de melhoria.

Por fim, uma abordagem ergonômica adequada não pretende eliminar completamente a carga mental do trabalho em saúde, algo inviável diante da própria complexidade assistencial. Seu propósito é evitar que recursos cognitivos limitados sejam desperdiçados com estímulos irrelevantes, interfaces inadequadas ou processos desnecessariamente complexos. Ao preservar

atenção e capacidade decisória para situações que realmente exigem julgamento clínico, a ergonomia cognitiva pode contribuir simultaneamente para melhores condições de trabalho e maior segurança do paciente.

Objetivos

Objetivo geral

Analisar os impactos do excesso de alarmes, ruído ambiental e condições inadequadas de iluminação sobre a carga mental, a fadiga cognitiva e o risco de erros assistenciais entre profissionais de saúde, considerando os princípios da ergonomia cognitiva, dos fatores humanos e da segurança do paciente.

Objetivos específicos

Compreender a aplicação dos princípios da ergonomia cognitiva nos ambientes assistenciais; identificar fatores ambientais e organizacionais associados ao aumento da carga mental dos profissionais de saúde; analisar as repercussões da exposição excessiva a alarmes clínicos sobre atenção, vigilância e capacidade de resposta; discutir os possíveis efeitos do ruído ambiental e das condições inadequadas de iluminação sobre concentração, comunicação, estado de alerta e desempenho profissional; examinar a influência das interrupções e da alternância entre tarefas na fragmentação da atenção; relacionar fadiga mental e sobrecarga cognitiva ao risco de falhas assistenciais; e identificar estratégias ergonômicas, tecnológicas e organizacionais capazes de favorecer simultaneamente a segurança do trabalhador e do paciente.

Metodologia

O presente estudo caracteriza-se como uma revisão narrativa da literatura, de natureza qualitativa e abordagem descritivo-analítica, desenvolvida com a finalidade de reunir e discutir evidências relacionadas à ergonomia cognitiva, carga mental e fatores ambientais presentes nos serviços de saúde. A opção pela revisão narrativa permite integrar resultados provenientes de diferentes delineamentos e campos científicos, particularmente ergonomia, enfermagem, fatores humanos, saúde ocupacional, engenharia clínica e segurança do paciente.

A estratégia de levantamento bibliográfico foi direcionada às bases PubMed/MEDLINE, Biblioteca Virtual em Saúde (BVS), LILACS e Scientific Electronic Library Online (SciELO), complementada por documentos técnicos e publicações institucionais diretamente relacionados à segurança assistencial, ergonomia e gestão de alarmes clínicos. Considerando a especificidade do objeto, foram priorizados estudos diretamente relacionados ao ambiente hospitalar e aos efeitos cognitivos e organizacionais dos estímulos ambientais sobre profissionais de saúde.

Para orientar as buscas foram utilizados termos em português e inglês, incluindo “ergonomia cognitiva”, “carga mental”, “carga cognitiva”, “fadiga mental”, “fadiga de alarmes”, “alarmes clínicos”, “ruído hospitalar”, “iluminação hospitalar”, “interrupções”, “fatores humanos”, “segurança do paciente”, “erro assistencial” e “enfermagem”, bem como “cognitive ergonomics”, “mental workload”, “cognitive workload”, “mental fatigue”, “alarm fatigue”, “clinical alarms”, “hospital noise”, “hospital lighting”, “interruptions”, “human factors”, “patient safety” e “nursing”. Diferentes combinações dos termos foram empregadas conforme as características de indexação de cada base.

Foram priorizadas publicações científicas relacionadas à carga cognitiva de profissionais, fadiga de alarmes, ruído ambiental, iluminação, trabalho noturno, interrupções, fadiga ocupacional e ocorrência ou risco de falhas assistenciais. Também foram considerados estudos sobre desenho de sistemas, usabilidade e fatores humanos quando apresentavam aplicabilidade direta aos serviços de saúde. Embora maior ênfase tenha sido atribuída às publicações recentes, estudos anteriores relevantes para a fundamentação conceitual foram mantidos quando necessários.

Como critérios de exclusão, foram desconsiderados materiais sem identificação adequada da fonte, estudos sem relação direta com os objetivos da investigação, publicações duplicadas e trabalhos centrados exclusivamente nos efeitos ambientais sobre pacientes sem apresentar elementos relacionados ao desempenho, saúde ou carga cognitiva dos profissionais. Também não foram utilizadas fontes opinativas sem fundamentação científica ou institucional.

Após seleção e leitura analítica, os conteúdos foram organizados em eixos temáticos relacionados à carga mental, fadiga de alarmes, ambiente acústico, condições luminosas, interrupções, fadiga mental e segurança assistencial. A interpretação buscou identificar relações

recorrentes entre características ambientais e processos cognitivos, preservando cautela na atribuição de causalidade, visto que eventos adversos geralmente decorrem da interação de múltiplos fatores individuais, tecnológicos e organizacionais.

Por tratar-se de estudo baseado exclusivamente em literatura científica e documentos públicos, sem participação direta de seres humanos ou utilização de dados pessoais identificáveis, não houve coleta de dados primários. Foram respeitados os princípios de integridade acadêmica, atribuição adequada das fontes e análise crítica das evidências.

Resultados e Discussão

A análise da literatura evidencia que a carga mental nos serviços de saúde não decorre de um único estímulo, mas da sobreposição de demandas clínicas, tecnológicas, ambientais e organizacionais. Alarmes simultâneos, ruídos, interrupções, iluminação incompatível com determinadas tarefas, necessidade de alternância rápida da atenção e pressão temporal podem disputar recursos cognitivos que já estão sendo empregados na avaliação clínica, administração de medicamentos, comunicação e tomada de decisão.

Sob essa perspectiva, a ergonomia cognitiva permite diferenciar demandas necessárias à assistência daquelas produzidas por inadequações do próprio sistema. Interpretar alterações clínicas complexas representa uma exigência inerente ao trabalho profissional; entretanto, precisar filtrar continuamente alarmes sem relevância imediata, superar ruído para compreender uma comunicação ou executar tarefas de precisão sob iluminação inadequada acrescenta esforço cognitivo potencialmente evitável.

A interação entre os diferentes fatores merece atenção especial. O trabalhador pode estar simultaneamente exposto a ruído elevado, alarmes recorrentes, privação do sono, elevada quantidade de pacientes e interrupções. Portanto, a possibilidade de fadiga mental não deve ser interpretada como resultado isolado de um único fator, mas como produto da carga cumulativa imposta pelo ambiente e pela organização do trabalho.

Quadro 1 – Fatores ambientais e organizacionais associados à carga cognitiva nos serviços de saúde

Fator	Possível efeito cognitivo	Potencial repercussão assistencial	Estratégias preventivas
Excesso de alarmes	Habituação, dessensibilização e atenção dividida	Atraso na resposta ou dificuldade de reconhecer alarmes prioritários	Individualização de parâmetros, hierarquização e revisão periódica dos alarmes
Alarmes não acionáveis	Aumento da carga mental e perda de confiança no sistema	Silenciamento ou menor valorização dos alertas	Redução de falsos alarmes e melhoria da especificidade dos sistemas
Ruído ambiental	Distração, irritabilidade e dificuldade de concentração	Falhas de comunicação e maior esforço para executar tarefas complexas	Gestão acústica, manutenção de equipamentos e redução de ruídos evitáveis
Iluminação insuficiente	Esforço visual e dificuldade de identificação	Problemas na leitura, conferência e execução de procedimentos	Iluminação direcionada e compatível com a natureza da tarefa
Iluminação inadequada no período noturno	Alterações no estado de alerta e interação com ritmos circadianos	Sonolência, fadiga e possível redução do desempenho	Planejamento luminotécnico associado à organização adequada dos turnos
Interrupções frequentes	Perda da sequência mental e necessidade de reorientação	Omissões, repetições ou falhas na retomada de atividades	Proteção de tarefas críticas e redução de interrupções evitáveis

Multitarefas	Alternância contínua da atenção	Redução da eficiência e aumento da demanda cognitiva	Priorização, organização dos fluxos e distribuição adequada das tarefas
Jornadas prolongadas	Fadiga e redução da vigilância	Maior dificuldade de concentração e tomada de decisão	Pausas, descanso adequado e organização das escalas
Interfaces complexas	Sobrecarga de memória e processamento	Demora na localização ou interpretação das informações	Aplicação de princípios de usabilidade e fatores humanos
Pressão temporal	Aceleração do processamento decisório	Maior vulnerabilidade a omissões e atalhos cognitivos	Dimensionamento adequado e organização das prioridades

Fonte: elaboração dos autores, com base na literatura analisada.

Alarmes clínicos: quando a tecnologia de segurança se transforma em fonte de sobrecarga

Entre os resultados mais relevantes da literatura encontra-se o paradoxo associado aos sistemas de alarmes. Esses dispositivos são essenciais para alertar profissionais sobre alterações fisiológicas, falhas de equipamentos e situações que exigem intervenção. Entretanto, o aumento da quantidade de tecnologias de monitorização também ampliou significativamente o número de sinais produzidos no ambiente assistencial. Quando uma parcela elevada desses alertas não exige ação clínica imediata, o profissional precisa dedicar continuamente recursos mentais à classificação de sua relevância.

A exposição repetida pode favorecer habituação. O cérebro humano tende a reduzir progressivamente a resposta a estímulos repetitivos que não apresentam consequências relevantes. Em um ambiente clínico, essa adaptação possui implicações importantes, pois determinado sinal crítico pode compartilhar características sonoras com dezenas de alertas

anteriormente percebidos como pouco importantes. A questão deixa, portanto, de ser simplesmente “ouvir o alarme” e passa a envolver reconhecer rapidamente qual dos inúmeros sinais exige prioridade.

Estratégias de prevenção precisam equilibrar sensibilidade e especificidade. Configurar limites excessivamente estreitos pode aumentar a detecção de alterações, mas também elevar a quantidade de alertas não acionáveis. Por outro lado, ampliar indiscriminadamente esses limites pode criar riscos relacionados à perda de eventos relevantes. A individualização baseada na condição clínica, associada a protocolos institucionais e capacitação profissional, apresenta-se como abordagem mais coerente do que simplesmente aumentar ou diminuir o volume dos alarmes.

Ruído hospitalar e competição pela atenção

Os resultados relacionados ao ambiente acústico indicam que o ruído deve ser analisado não somente como risco ocupacional auditivo, mas também como variável relacionada à ergonomia cognitiva. Em setores altamente tecnológicos, diferentes fontes sonoras podem ocorrer simultaneamente e competir com comunicações verbais, alarmes prioritários e atividades que exigem concentração.

Essa competição torna-se particularmente problemática durante tarefas críticas. Conferência de medicamentos, cálculos, passagem de plantão, interpretação de resultados e execução de procedimentos dependem de atenção e comunicação precisa. Quando profissionais precisam despender esforço adicional para ignorar estímulos irrelevantes ou compreender uma mensagem em ambiente ruidoso, aumenta-se a quantidade de recursos cognitivos empregados em tarefas periféricas.

A redução do ruído, contudo, não significa produzir ambientes silenciosos de maneira artificial. Determinados sons possuem função clínica e precisam permanecer perceptíveis. O objetivo ergonômico consiste em melhorar a relação entre sinais importantes e ruído de fundo, permitindo que informações prioritárias sejam identificadas sem exigir vigilância sensorial excessiva.

Iluminação, trabalho noturno e desempenho profissional

A literatura analisada demonstra que a iluminação hospitalar precisa atender simultaneamente a diferentes necessidades. Para os pacientes, sobretudo durante a noite, condições que favoreçam repouso são desejáveis. Para os profissionais, entretanto, determinados procedimentos exigem visibilidade adequada e manutenção do estado de alerta. A utilização de um único padrão luminoso para todas as áreas e horários pode, portanto, não atender satisfatoriamente a nenhuma dessas necessidades.

O trabalho noturno acrescenta outra dimensão ao problema porque ocorre em período biologicamente associado ao sono. Alterações circadianas, jornadas prolongadas e recuperação inadequada entre turnos podem aumentar a sonolência, enquanto condições ambientais pouco favoráveis podem intensificar essa experiência. Dessa maneira, intervenções luminotécnicas precisam estar associadas a políticas adequadas de organização das jornadas e não serem apresentadas isoladamente como solução para a fadiga.

Áreas destinadas a procedimentos e conferências podem demandar iluminação específica, enquanto espaços de circulação e repouso dos pacientes podem necessitar de configurações diferentes. Tecnologias ajustáveis e planejamento por zonas representam possibilidades de conciliar segurança, conforto e eficiência energética, desde que sua implantação seja fundamentada em critérios ergonômicos e clínicos.

Da culpa individual à análise sistêmica do erro assistencial

Um dos principais resultados conceituais desta revisão encontra-se na necessidade de evitar interpretações individualizantes dos erros. Um profissional que omite uma informação, demora a responder a um alerta ou perde uma etapa de determinado processo pode estar inserido em um ambiente caracterizado por excesso de estímulos, interrupções sucessivas, fadiga e pressão temporal. Isso não elimina responsabilidade profissional quando pertinente, mas demonstra que compreender as condições que favoreceram a ocorrência é indispensável para prevenir novos eventos.

A análise sistêmica desloca a pergunta de “quem cometeu o erro?” para “quais fatores permitiram ou favoreceram que o erro ocorresse?”. Essa mudança amplia as possibilidades preventivas. Em vez de limitar a resposta institucional à orientação ou punição do trabalhador, torna-se possível revisar configuração dos alarmes, organização das escalas, interfaces tecnológicas, níveis de ruído, iluminação, dimensionamento de pessoal e fluxos de comunicação.

Consequentemente, ergonomia cognitiva e cultura de segurança encontram-se diretamente relacionadas. Instituições que reconhecem as limitações humanas podem desenvolver sistemas capazes de antecipar falhas e criar barreiras protetoras. Esperar atenção perfeita durante jornadas inteiras, independentemente das condições ambientais e organizacionais, constitui expectativa incompatível com o conhecimento contemporâneo sobre fatores humanos.

A redução da carga cognitiva evitável deve, portanto, ser compreendida como estratégia de segurança. Preservar recursos mentais para avaliação clínica, comunicação e tomada de decisão não significa simplificar indevidamente o trabalho profissional, mas eliminar complexidades desnecessárias que desviam atenção das atividades essenciais. Dessa forma, ambientes ergonomicamente planejados podem contribuir simultaneamente para diminuir fadiga, melhorar condições laborais e fortalecer a qualidade da assistência.

Estratégias para redução da carga mental e prevenção de erros assistenciais

A análise das evidências demonstra que reduzir a carga cognitiva evitável exige intervenções simultâneas sobre tecnologia, ambiente físico e organização do trabalho. Estratégias centradas exclusivamente na capacidade individual de concentração possuem alcance limitado quando o profissional permanece submetido a inúmeros estímulos concorrentes durante toda a jornada. Treinamentos podem melhorar conhecimento e reconhecimento de riscos, porém não substituem mudanças estruturais capazes de diminuir fontes desnecessárias de distração e facilitar a identificação das informações clinicamente prioritárias.

A primeira dimensão de intervenção envolve a gestão dos alarmes clínicos. Instituições precisam conhecer quais equipamentos geram maior quantidade de alertas, em quais setores eles ocorrem e quantos efetivamente demandam intervenção. A coleta dessas informações permite identificar padrões de alarmes repetitivos, limites inadequadamente configurados e equipamentos

responsáveis por elevado número de sinais não acionáveis. Em vez de aceitar o excesso de alarmes como característica inevitável de unidades tecnologicamente complexas, sua frequência deve ser tratada como indicador potencial de desempenho do sistema.

A personalização dos parâmetros, quando clinicamente apropriada, constitui outra estratégia importante. Limites padronizados podem não representar adequadamente a condição de todos os pacientes, favorecendo alertas recorrentes diante de alterações previsíveis e sem relevância imediata. Protocolos institucionais devem orientar ajustes seguros, estabelecer responsabilidades e impedir que a tentativa de reduzir ruídos resulte na configuração excessivamente ampla dos limites ou na desativação inadequada de sinais críticos.

Sistemas capazes de hierarquizar alertas também apresentam potencial relevante. Alarmes visuais e sonoros deveriam comunicar de maneira clara diferentes graus de prioridade, permitindo que o trabalhador reconheça rapidamente quais eventos exigem resposta imediata. Entretanto, aumentar simplesmente intensidade ou quantidade de sons pode produzir efeito contrário. O desenho ergonômico deve privilegiar diferenciação perceptível, padronização e compatibilidade entre equipamentos, evitando que múltiplos dispositivos utilizem sinais semelhantes para condições de gravidade muito diferentes.

Gestão acústica e organização do ambiente hospitalar

A redução do ruído evitável constitui outra frente de intervenção. Equipamentos com manutenção inadequada, portas que produzem impacto, carrinhos ruidosos, telefones, conversas em volume elevado e alertas configurados acima do necessário podem contribuir para uma paisagem sonora que exige esforço cognitivo constante. Mapear as fontes predominantes de ruído permite diferenciar aquelas inevitáveis à assistência das que podem ser modificadas sem comprometer a segurança.

Intervenções arquitetônicas e de engenharia podem complementar mudanças comportamentais. Materiais que reduzam reverberação, melhor distribuição espacial dos postos de trabalho, manutenção preventiva dos equipamentos e planejamento da circulação podem contribuir para maior conforto acústico. Essas medidas precisam preservar, entretanto, a capacidade de reconhecer alarmes e comunicações importantes. A meta não consiste em alcançar

silêncio absoluto, mas em construir ambiente no qual informações clinicamente relevantes possam ser percebidas com menor competição sonora.

A comunicação da equipe também deve integrar esse planejamento. Passagens de plantão e discussões clínicas realizadas em locais excessivamente ruidosos podem aumentar a possibilidade de perda ou interpretação inadequada de informações. A disponibilização de espaços apropriados para determinadas comunicações, utilização de técnicas estruturadas e redução de interrupções durante transferências de responsabilidade constituem estratégias capazes de proteger processos cognitivos essenciais à continuidade assistencial.

Planejamento luminotécnico e organização do trabalho noturno

Quanto à iluminação, a literatura analisada reforça a necessidade de abandonar soluções uniformes para ambientes com funções distintas. Áreas destinadas à preparação e conferência de medicamentos, realização de procedimentos e análise de informações demandam condições visuais diferentes de corredores, quartos de pacientes e espaços destinados ao repouso. O planejamento luminotécnico deve considerar características das tarefas, horário, conforto visual, segurança e influência da exposição luminosa sobre o estado de alerta.

Durante o período noturno, o desafio torna-se ainda maior. Reduzir excessivamente a iluminação para favorecer o sono dos pacientes pode dificultar determinadas atividades profissionais, enquanto ambientes intensamente iluminados durante toda a noite podem interferir no conforto e nos ritmos biológicos. Sistemas reguláveis e iluminação localizada para tarefas específicas constituem alternativas potencialmente mais adequadas do que alterações generalizadas em todo o setor.

Nenhuma intervenção luminosa, contudo, deve ser apresentada como substituta do descanso. Sonolência associada ao trabalho noturno possui relação com organização circadiana, duração das jornadas e recuperação entre turnos. Dessa maneira, políticas ergonômicas precisam integrar planejamento ambiental a escalas adequadas, intervalos e prevenção de jornadas excessivas.

Redução das interrupções e proteção das tarefas críticas

Interrupções inevitáveis fazem parte da assistência, principalmente em situações de emergência. O problema encontra-se na elevada quantidade de interrupções sem caráter urgente durante tarefas que exigem concentração. Identificar quais atividades apresentam maior vulnerabilidade à fragmentação da atenção permite desenvolver mecanismos de proteção sem comprometer a comunicação da equipe.

O preparo e a administração de medicamentos constituem exemplos relevantes. Barreiras organizacionais destinadas a reduzir interrupções durante etapas críticas podem favorecer manutenção da sequência mental necessária às verificações de segurança. Entretanto, essas estratégias precisam ser adaptadas à realidade de cada serviço, pois intervenções excessivamente rígidas podem impedir comunicações realmente necessárias.

A padronização dos processos também contribui para diminuir demandas sobre memória. Checklists adequadamente construídos, organização consistente dos materiais, protocolos claros e interfaces que apresentem informações relevantes no momento necessário reduzem a dependência da recordação individual. Tais recursos não substituem conhecimento profissional; funcionam como barreiras complementares diante das limitações naturais da memória e da atenção humanas.

Usabilidade das tecnologias e participação dos profissionais

A incorporação crescente de tecnologias digitais exige que usabilidade seja considerada componente da segurança assistencial. Sistemas que demandam grande número de etapas, apresentam informações dispersas ou utilizam interfaces pouco intuitivas podem aumentar tempo de execução e carga mental. Problemas dessa natureza tornam-se especialmente relevantes quando o trabalhador utiliza diferentes equipamentos e softwares ao longo da mesma jornada.

Profissionais que utilizam diariamente essas tecnologias precisam participar de processos de avaliação e melhoria. Enfermeiros, médicos, fisioterapeutas, técnicos e outros trabalhadores identificam na prática alertas repetitivos, etapas desnecessárias, informações difíceis de localizar e incompatibilidades entre sistemas. Incorporar essa experiência ao desenvolvimento, aquisição e

configuração das tecnologias permite aproximar decisões administrativas das condições reais de utilização.

A engenharia clínica, os setores de tecnologia da informação, os serviços de saúde ocupacional e os núcleos de segurança do paciente podem atuar conjuntamente nesse processo. A ergonomia cognitiva possui caráter necessariamente interdisciplinar porque problemas relacionados à interação humano-tecnologia raramente podem ser solucionados por uma única categoria profissional.

Dimensionamento, pausas e organização das jornadas

Mesmo ambientes tecnologicamente bem projetados podem apresentar elevada carga mental quando existe desequilíbrio entre demanda assistencial e recursos humanos. Quantidade de pacientes, complexidade clínica, necessidade de vigilância contínua e disponibilidade de profissionais influenciam diretamente a quantidade de informações que cada trabalhador precisa administrar. Por isso, dimensionamento adequado constitui elemento relevante da prevenção da sobrecarga cognitiva.

Pausas durante a jornada também devem ser compreendidas como componente da gestão da fadiga. Atividades que exigem atenção sustentada durante longos períodos podem produzir redução progressiva do desempenho, tornando momentos adequados de recuperação importantes para manutenção da vigilância. Entretanto, estabelecer formalmente intervalos sem assegurar condições para que sejam efetivamente realizados produz pouco impacto.

A organização das escalas merece atenção semelhante. Jornadas prolongadas, sucessão de turnos e períodos insuficientes de recuperação podem interagir com fatores ambientais e intensificar a fadiga. Assim, a gestão ergonômica não pode restringir-se à arquitetura ou aos equipamentos; deve contemplar igualmente a organização temporal do trabalho.

Cultura de segurança e abordagem não punitiva do erro

A discussão sobre carga mental possui implicações diretas para a cultura de segurança. Quando falhas são interpretadas exclusivamente como resultado de desatenção individual, fatores

ambientais e organizacionais permanecem ocultos. Essa abordagem reduz a possibilidade de aprendizagem institucional e pode favorecer subnotificação por medo de punição.

Uma cultura orientada para a segurança procura distinguir diferentes circunstâncias envolvidas nos eventos, considerando comportamento profissional e condições sistêmicas. Identificar que determinado erro ocorreu durante período de elevada carga assistencial, múltiplos alarmes, interrupções ou falhas de comunicação não significa eliminar automaticamente a responsabilidade individual, mas ampliar a investigação para compreender como diferentes fatores contribuíram para o resultado.

O aprendizado organizacional depende justamente dessa capacidade de transformar incidentes em oportunidades de melhoria. Dados provenientes de notificações, relatos dos trabalhadores, auditorias e observação dos processos podem revelar padrões que não seriam identificados por análises centradas exclusivamente no indivíduo. Dessa maneira, a ergonomia cognitiva fornece instrumentos conceituais para compreender por que profissionais competentes podem cometer falhas quando trabalham em sistemas que exigem continuamente desempenho próximo aos limites humanos.

Integração entre ergonomia cognitiva, saúde do trabalhador e segurança do paciente

Um dos principais resultados desta revisão encontra-se na convergência entre proteção do trabalhador e segurança assistencial. Ambientes que reduzem estímulos irrelevantes, favorecem descanso, melhoram comunicação e organizam adequadamente tecnologias não beneficiam somente os profissionais; também podem criar condições mais favoráveis para decisões clínicas e continuidade do cuidado.

Essa integração permite superar a separação tradicional entre saúde ocupacional e qualidade assistencial. Fadiga mental, ruído, interrupções e excesso de alarmes afetam simultaneamente bem-estar profissional e capacidade de executar tarefas complexas. Consequentemente, investimentos em ergonomia não devem ser interpretados apenas como medidas de conforto laboral, mas como componentes potenciais da gestão de riscos clínicos.

O mesmo raciocínio aplica-se às tecnologias. Equipamentos sofisticados não são necessariamente seguros apenas por possuírem grande capacidade de monitorização. A segurança depende da maneira como apresentam informações, interagem com usuários e se integram aos demais sistemas. Uma tecnologia que produz volume excessivo de alertas ou exige esforço desnecessário de navegação pode introduzir novos riscos ao mesmo tempo em que procura controlar outros.

Diante disso, programas institucionais de segurança deveriam incorporar avaliações periódicas da carga cognitiva e das condições ambientais. Indicadores como quantidade de alarmes, frequência de interrupções, percepção de ruído, ocorrência de fadiga e dificuldades relatadas pelos profissionais podem fornecer informações úteis para orientar intervenções. Avaliações dessa natureza precisam ser utilizadas para melhoria dos processos e não como instrumentos de vigilância individual do trabalhador.

Em síntese, a literatura analisada demonstra que o erro assistencial deve ser compreendido dentro de um sistema sociotécnico complexo. Pessoas, tecnologias, ambiente físico, organização, comunicação e condições clínicas interagem continuamente. Quanto maior a quantidade de demandas desnecessárias impostas aos processos cognitivos, menor tende a ser a margem disponível para lidar com situações inesperadas. A ergonomia cognitiva oferece, portanto, uma perspectiva preventiva fundamental: projetar o trabalho para que a atenção humana seja direcionada ao que realmente importa, em vez de exigir que profissionais compensem indefinidamente as deficiências do sistema.

Considerações Finais

A análise desenvolvida neste estudo evidencia que a carga mental dos profissionais de saúde constitui fenômeno multidimensional, resultante da interação entre complexidade clínica, organização do trabalho, características ambientais, tecnologias utilizadas e limitações naturais dos processos cognitivos humanos. Em serviços caracterizados por elevada densidade tecnológica, múltiplos pacientes, pressão temporal e necessidade de decisões rápidas, o excesso de estímulos pode consumir recursos de atenção, memória de trabalho e processamento de informações que deveriam permanecer prioritariamente disponíveis para atividades assistenciais.

Entre os fatores investigados, a elevada frequência de alarmes clínicos representa um dos problemas mais relevantes. Embora esses dispositivos tenham sido desenvolvidos para ampliar a vigilância e alertar profissionais diante de alterações potencialmente importantes, a ocorrência repetitiva de sinais não acionáveis pode favorecer habituação, dessensibilização e fadiga de alarmes. Dessa forma, uma tecnologia criada para fortalecer a segurança pode produzir uma consequência paradoxal quando o excesso de alertas reduz sua capacidade de distinguir situações efetivamente prioritárias.

O ruído ambiental amplia essa problemática ao competir continuamente pela atenção dos trabalhadores. Conversas, equipamentos, telefones, circulação de pessoas e diferentes sinais sonoros constituem uma paisagem acústica que pode dificultar concentração e comunicação. O controle desse ambiente não deve objetivar silêncio absoluto, mas melhorar a relação entre sinais relevantes e estímulos secundários, possibilitando que informações clínicas importantes sejam reconhecidas com menor esforço cognitivo.

Quanto às condições de iluminação, observa-se que sua influência deve ser analisada de maneira integrada ao trabalho noturno, aos ritmos circadianos e à natureza das atividades executadas. Iluminação insuficiente pode prejudicar tarefas que exigem precisão visual, enquanto condições luminosas inadequadas ao período e à organização do trabalho podem contribuir para desconforto e interferir no estado de alerta. O planejamento luminotécnico precisa, portanto, considerar simultaneamente necessidades dos pacientes, características das tarefas e condições de trabalho das equipes.

Interrupções e alternância constante entre atividades constituem outro componente importante da sobrecarga cognitiva. Cada interrupção exige suspensão da sequência mental em andamento, redirecionamento da atenção e posterior recuperação do ponto em que a atividade foi interrompida. Durante processos críticos, particularmente aqueles relacionados à preparação e administração de medicamentos, a fragmentação excessiva da atenção pode representar fator adicional de vulnerabilidade. A literatura recente, entretanto, recomenda cautela na adoção de estratégias indiscriminadas de “não interrupção”, uma vez que determinadas interrupções são clinicamente necessárias e intervenções preventivas ainda apresentam resultados heterogêneos.

Nesse sentido, os achados reforçam que eventos adversos não devem ser analisados exclusivamente sob a ótica da falha individual. Desatenção, esquecimento ou atraso na resposta podem ocorrer dentro de sistemas caracterizados por elevada carga de trabalho, excesso de estímulos, fadiga, interfaces complexas e comunicação fragmentada. Reconhecer a participação desses fatores não elimina a responsabilidade profissional quando existente, mas amplia a capacidade institucional de identificar causas contribuintes e desenvolver barreiras preventivas mais efetivas.

A ergonomia cognitiva oferece importante contribuição para essa mudança de perspectiva ao defender que sistemas, equipamentos e ambientes sejam projetados considerando capacidades e limitações humanas. Redução de alarmes não acionáveis, individualização segura dos parâmetros, melhoria da usabilidade das tecnologias, planejamento acústico, iluminação adequada, proteção de determinadas tarefas críticas, organização das jornadas e disponibilidade efetiva de pausas constituem estratégias potencialmente relevantes para diminuir demandas cognitivas evitáveis.

A participação dos profissionais na identificação dos problemas também deve ser valorizada. Trabalhadores que utilizam diariamente equipamentos, sistemas informatizados e dispositivos de monitorização possuem conhecimento prático sobre alarmes recorrentes, dificuldades de usabilidade e situações que favorecem interrupções. A integração entre equipes assistenciais, engenharia clínica, tecnologia da informação, saúde ocupacional, gestão de riscos e núcleos de segurança do paciente pode contribuir para soluções mais próximas das condições reais de trabalho.

Outro aspecto fundamental consiste em reconhecer que saúde do trabalhador e segurança do paciente são dimensões interdependentes. Fadiga mental, sobrecarga cognitiva e condições ambientais inadequadas não representam exclusivamente problemas de conforto ou satisfação profissional. Quando interferem na capacidade de concentração, comunicação e tomada de decisão, passam a possuir relevância direta para a qualidade da assistência.

Conclui-se, portanto, que ambientes assistenciais seguros não devem depender da expectativa de atenção humana perfeita diante de estímulos ilimitados. A própria organização do sistema precisa favorecer percepção, interpretação e resposta às informações prioritárias. Investir

em ergonomia cognitiva significa preservar recursos mentais para aquilo que realmente exige julgamento clínico, reduzir complexidades desnecessárias e construir condições mais compatíveis com as capacidades humanas. Dessa maneira, intervenções sobre alarmes, ruído, iluminação, interrupções, tecnologias e organização do trabalho podem integrar uma política mais abrangente de prevenção da fadiga mental, proteção dos profissionais e fortalecimento da segurança assistencial.

Referências

BIRON, A. D.; LOISELLE, C. G.; LAVOIE-TREMBLAY, M. Work interruptions and their contribution to medication administration errors: an evidence review. *Worldviews on Evidence-Based Nursing*, v. 6, n. 2, p. 70-86, 2009. DOI: 10.1111/j.1741-6787.2009.00151.x.

DING, S. et al. The relationship between alarm fatigue and burnout among critical care nurses: a cross-sectional study. *Nursing in Critical Care*, 2023. DOI: 10.1111/nicc.12899.

GÜNDOĞAN, G.; ERDAĞI ORAL, S. The effects of alarm fatigue on the tendency to make medical errors in nurses working in intensive care units. *Nursing in Critical Care*, v. 28, n. 6, p. 996-1003, 2023. DOI: 10.1111/nicc.12969.

KARAHAN, A.; KAV, S.; ÇEVİK, B.; ÇITAK, E. A.; UĞURLU, Z.; FULSER, B. Alarm fatigue among nurses working in intensive care and other inpatient clinics. *Work*, v. 76, n. 2, p. 793-801, 2023. DOI: 10.3233/WOR-220466.

LEWANDOWSKA, K.; MĘDRZYCKA-DĄBROWSKA, W.; TOMASZEK, L.; WUJTEWICZ, M. Determining factors of alarm fatigue among nurses in intensive care units: a Polish pilot study. *Journal of Clinical Medicine*, v. 12, n. 9, art. 3120, 2023. DOI: 10.3390/jcm12093120.

MOVAHEDI, A.; SADOOGHIASL, A.; AHMADI, F.; VAISMORADI, M. A grounded theory study of alarm fatigue among nurses in intensive care units. *Australian Critical Care*, v. 36, n. 6, p. 980-988, 2023. DOI: 10.1016/j.aucc.2022.12.004.

MOVAHEDI, A.; SADOOGHIASL, A.; AHMADI, F.; VAISMORADI, M. Smart care for dealing with nurses' alarm fatigue in the intensive care unit. *Journal of Nursing Scholarship*, 2023. DOI: 10.1111/jnu.12870.

RABAN, M. Z.; WESTBROOK, J. I. Are interventions to reduce interruptions and errors during medication administration effective? A systematic review. *BMJ Quality & Safety*, v. 23, n. 5, p. 414-421, 2014. DOI: 10.1136/bmjqs-2013-002118.

SCHROERS, G. Characteristics of interruptions during medication administration: an integrative review of direct observational studies. *Journal of Clinical Nursing*, v. 27, n. 19-20, p. 3462-3471, 2018. DOI: 10.1111/jocn.14587.

SCHROERS, G.; HUGGINS, E.; SASANGO HAR, F.; O'ROURKE, J. Associations between interruptions and medication administration errors among nurses in hospital settings: a scoping review of quantitative studies. *Journal of Advanced Nursing*, 2026. DOI: 10.1111/jan.70032.

SHAORU, C.; HUI, Z. et al. Determinants of medical equipment alarm fatigue in practicing nurses: a systematic review. *SAGE Open Nursing*, v. 9, 2023. DOI: 10.1177/23779608231207227.

SURENDRAN, A.; BECCARIA, L.; REES, S.; MCILVEEN, P. Cognitive mental workload of emergency nursing: a scoping review. *Nursing Open*, v. 11, n. 2, e2111, 2024. DOI: 10.1002/nop2.2111.

WANG, Q.; DING, X.; ZHU, M.; CHEN, H.; YANG, Y.; WANG, Y.; GAN, Z.; CHUNG, Y.; LI, Z. Experiences of clinical nurses with medication interruption: a systematic review and qualitative meta-synthesis. *Worldviews on Evidence-Based Nursing*, 2024. DOI: 10.1111/wvn.12749.

WUNDERLICH, M. M. et al. A brief questionnaire for measuring alarm fatigue in nurses and physicians in intensive care units. *Scientific Reports*, v. 13, art. 13860, 2023. DOI: 10.1038/s41598-023-40290-7.

XU, D.; LIU, F.; DING, X.; MA, J.; SUO, Y.; PENG, Y.-Y.; LI, J. Exploring ICU nurses' response to alarm management and strategies for alleviating alarm fatigue: a meta-synthesis and systematic review. *BMC Nursing*, v. 24, art. 412, 2025. DOI: 10.1186/s12912-025-03084-y.

ZHANG, W.; ZHANG, Y.; GUO, Z.; HE, Y.; MA, W. Effectiveness of interventions for reducing interruptions during medication administration: a systematic review. *Worldviews on Evidence-Based Nursing*, v. 22, n. 4, e70067, 2025. DOI: 10.1111/wvn.70067.

Effectiveness of interventions developed to reduce alarm fatigue in intensive care units: systematic review and meta-analysis study. *Fatigue: Biomedicine, Health & Behavior*, v. 12, n. 3, p. 177-195, 2024. DOI: 10.1080/21641846.2024.2332071.