



NEUROECOLOGIA: DA GESTÃO ANALÓGICA À DIGITAL SEM PAPEL, MENOS DESCARTES E UM ECOSSISTEMA FABRIL MAIS SAUDÁVEL

NEUROECOLOGY: FROM ANALOG TO DIGITAL MANAGEMENT WITHOUT PAPER, LESS WASTE AND A HEALTHIER MANUFACTURING ECOSYSTEM

DANIELLE CRISTINE SAMPAIO VIEIRA | danille.sampaiovieira@gmail.com | FATEC DE SÃO JOSÉ DOS CAMPOS /SP
ANDRÉ LUIS RIBEIRO ANTUNES | andreluiz313@ymail.com | FATEC DE SÃO JOSÉ DOS CAMPOS /SP
MARIA FERNANDA ANTUNES SILVA | mariafernandaas2003@gmail.com | FATEC DE SÃO JOSÉ DOS CAMPOS /SP
ROQUE ANTÔNIO DE MOURA | roque.amoura@unitau.br | UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ /SP

RESUMO

O uso e o descarte de papel em empresas de diferentes setores localizadas na área industrial da cidade de São José dos Campos/SP indiretamente comprometem todo o ecossistema, pois a realidade organizacional frente à transição digital e às demandas ambientais contemporâneas ainda não acompanham a rapidez da evolução tecnológica. A neuroecologia que se ocupa do estudo de como os indivíduos interagem com seus ambientes naturais e construídos, tem se expandido para contextos empresariais e industriais. Este artigo busca analisar a transição de modelos de gestão analógicos para digitais sem papel, destacando como essa transformação pode contribuir para a criação de um ecossistema fabril mais saudável, tanto do ponto de vista físico quanto cognitivo para os trabalhadores. A pesquisa foi conduzida por meio de pesquisas bibliográficas e publicações relativas ao tema, abordando o nível de consumo de papel, práticas de descarte e percepção dos benefícios da digitalização. Os resultados indicaram que a maioria das empresas ainda apresenta consumo significativo de papel, principalmente em atividades administrativas, registros internos e processos de auditoria. Embora iniciativas de redução tenham sido identificadas, o descarte adequado e a reciclagem ainda não são amplamente adotados, evidenciando desafios na gestão de resíduos. Conclui-se que, embora a digitalização avance e seja reconhecida como caminho para a redução do uso de papel, a transição depende de ações estruturadas de gestão, capacitação de colaboradores e políticas ambientais internas, o que um campo vasto para a aplicação dos princípios da neuroecologia.

Palavras-chave: Descarte de resíduos sólidos. Ecossistema digital. Fábrica sem papel. Neuroecologia.

ABSTRACT

The use and disposal of paper in companies from different sectors located in the industrial area of São José dos Campos/SP indirectly compromises the entire ecosystem, as the organizational reality in the face of digital transition and contemporary environmental demands has not yet kept pace with the rapid pace of technological evolution. Neuroecology, which studies how individuals interact with their natural and built environments, has expanded into business and industrial contexts. This article seeks to analyze the transition from analog to digital paperless management models, highlighting how this transformation can contribute to the creation of a healthier factory ecosystem, both from a physical and cognitive point of view for workers. The research was conducted through bibliographic research and publications related to the topic, addressing the level of paper consumption, disposal practices, and perception of the benefits of digitization. The results indicated that most companies still have significant paper consumption, mainly in administrative activities, internal records, and audit processes. Although reduction initiatives have been identified, proper disposal and recycling are not yet widely adopted, highlighting challenges in waste management. It is concluded that, although digitization is advancing and is recognized as a path to reducing paper use, the transition depends on structured management actions, employee training, and internal environmental policies, which is a vast field for the application of neuroecological principles.

Keywords: Solid waste disposal. Digital ecosystem. Paperless factory. Neuroecology.

1. INTRODUÇÃO

No mundo corporativo em que trabalhos são realizados em grupo, é incontestável que a gestão de pessoas esteja alinhada aos objetivos e metas de uma empresa. Nesse sentido, a interseção entre neurociência e ecologia pode ajudar os times de trabalho no entendimento do comportamento humano (Benevides *et al.*, 2025).

A neuroecologia que se ocupa do estudo de como os indivíduos interagem com seus ambientes naturais e construídos, tem se expandido para contextos empresariais e industriais. Esta pesquisa busca analisar a transição de modelos de gestão analógicos para digitais sem papel, destacando como essa transformação pode contribuir para a criação de um ecossistema fabril mais saudável, tanto do ponto de vista físico quanto cognitivo, para os trabalhadores.

Os estudos neuroecológicos focam em entender como os ambientes influenciam o comportamento humano, levando em consideração os fatores biológicos, psicológicos e sociais. No contexto fabril, isso envolve a compreensão de como os espaços de trabalho, as tecnologias empregadas e os processos de gestão podem impactar diretamente a saúde mental e física dos trabalhadores.

Um dos conceitos centrais da neuroecologia diz respeito à capacidade do cérebro de funcionar de maneira eficiente e equilibrada, mesmo diante de pressões e exigências. Ambientes de trabalho que consideram a neuroecologia buscam promover não apenas o bem-estar físico, mas também otimizar a saúde mental, criando condições favoráveis para que os colaboradores se sintam motivados, produtivos e resilientes. A transição da gestão analógica baseada em papel para um ecossistema digital sem papel representa uma das mudanças mais significativas e benéficas na história corporativa moderna.

O uso de papel impacta diretamente no ecossistema, contribuindo para o desmatamento, o consumo elevado de água e energia, além da geração de resíduos sólidos que demandam descarte adequado (ABRELPE, 2023).

De acordo com Tavares-Lehmann e Varum (2021), a Indústria 4.0 e a sustentabilidade são conceitos interdependentes, pois a digitalização pode reduzir desperdícios e emissões ao mesmo tempo em que aumenta a eficiência produtiva.

Essa evolução não é apenas uma questão de eficiência operacional, mas também um pilar fundamental para a criação de postos de trabalho limpos e a promoção de um ecossistema saudável e sustentável como ilustrado na Figura 1.

Figura 1 | Neuroecologia: uma meta possível e necessária.



Fonte: Elaborado pelos Autores (2025).

A era digital, impulsionada pelos avanços da Indústria 4.0, tem promovido uma profunda transformação nos processos produtivos e de gestão, por meio da automação, integração de sistemas e digitalização de documentos e dados (Schwab, 2021).

No entanto, mesmo diante desse cenário de modernização, o uso do papel ainda permanece expressivo em muitos setores industriais, revelando um descompasso entre inovação tecnológica e práticas tradicionais (Kamble; Gunasekaran; Gawankar, 2018).

Conforme Sun (2018), a produção de uma tonelada de papel pode gerar, em média, 950 kg de emissões de CO₂ equivalente, destacando a importância de políticas industriais voltadas à sustentabilidade e à economia circular. A adoção de tecnologias inteligentes e sustentáveis não é apenas uma tendência, mas uma necessidade estratégica para a sobrevivência das organizações na nova economia global (Porter; Heppelmann, 2014).

A justificativa para este estudo fundamenta-se, portanto, na necessidade de compreender como as indústrias estão enfrentando o dilema entre a digitalização e a sustentabilidade.

2. REVISÃO DA LITERATURA

Durante muitos anos, as indústrias operaram com sistemas analógicos, onde a gestão de processos, a comunicação interna e o controle de produção dependiam fortemente de papéis, registros manuais e reuniões presenciais. Embora esses métodos tenham cumprido seu papel na evolução do setor, a revolução digital trouxe novas possibilidades. A integração de princípios da neuroecologia na gestão industrial, especialmente por meio da transição para um ambiente digital sem papel, é uma das grandes inovações para criar postos de trabalho mais saudáveis e eficientes (Moura *et al.*, 2024a).

2.2 Gestão documental sem papel

A ampla disponibilidade de tecnologias possibilitam a automação e a gestão documental digital em suas rotinas administrativas e produtivas (Destaque, 2025), além de mudanças culturais e adequação as formalizações legais e de responsabilidade civil para com o ecossistema, haja vista que resíduos de papel e celulose podem ser reaproveitados como insumos em novos processos produtivos, agregando valor e reduzindo o volume de descarte (Amândio *et al.*, 2022).

Nesse contexto, o papel dos gestores tornam-se essencial na implementação de práticas sustentáveis e que promovam mudanças culturais nas organizações partindo de estratégias que equilibram a competitividade, inovação e responsabilidade socioambiental (Tachizawa; Andrade, 2011).

De Moura *et al.* (2025) comentam que os gestores desempenham papel decisivo na integração das tecnologias da Indústria digital com as políticas ambientais, sendo agentes-chave para alinhar as metas empresariais aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável.

O consumo de papel na indústria gera impactos ambientais significativos ao longo de todo o seu ciclo de vida, desde a extração da matéria-prima até o descarte, afetando diretamente florestas, recursos hídricos, clima, biodiversidade e saúde humana (Mainnardis *et al.*, 2022).

Estudos de Avaliação do Ciclo de Vida mostram que a indústria precisa avançar com tecnologias mais limpas para minimizar os impactos ecológicos com a extração e beneficiamento de fibras virgens e processos produtivos intensivos em energia e água (Dias *et al.*, 2024).

2.2 Meta universal: postos de trabalho sem papel

Por décadas, o papel foi o principal meio de registro, comunicação e arquivamento nas organizações. Contudo, a gestão analógica traz consigo uma série de desafios ambientais e operacionais, pois, o uso de papel exige recursos naturais significativos como fontes, ou seja, corte de árvores, água e energia que contribuem para a produção de resíduos sólidos, mostrando que o modelo de gestão baseado em papel é insustentável, gera gargalos e custos relevantes (Smith, 2020).

Os postos de trabalho analógicos são frequentemente caracterizados por mesas abarrotadas de documentos, pastas e arquivos físicos. Isso não só dificulta a organização e a concentração, mas também pode levar a um ambiente de trabalho estressante. Um dos benefícios imediatos da gestão digital é a transformação do espaço físico. A ausência de pilhas de papel, arquivos e impressoras obsoletas resulta em postos de trabalho limpos, que são sinônimo de ambientes mais organizados, minimalistas e ergonômicos.

A pesquisa por documentos é instantânea, documentos digitais podem ser acessados e editados simultaneamente por equipes em diferentes locais e podem ser protegidos por criptografia e *backups*, reduzindo o risco de perda e acesso não autorizado, comum em arquivos físicos além de que um ambiente de trabalho limpo e sem a desordem do papel está diretamente ligado a uma maior clareza mental e produtividade dos colaboradores (Johnson; Lee, 2021).

A adoção de tecnologias digitais como *softwares* especializados de gestão de documentos, computação em nuvem, recursos de colaboração e assinatura digital possibilitam que as organizações migrem para uma cultura sem papel (*paperless*) com pilares que são mostrados no Quadro 1.

Quadro 1 | Pilares da cultura *paperless*.

Atividade	Benefícios da digitalização
Digitalização de Documentos	Converter áreas físicas (metros quadrados) de armazenamento e que ocupam áreas físicas existentes para formatos digitais. Liberação em m ² .
Processos Nativos Digitais	Criar novos documentos e fluxos de trabalho que evitam o uso de papel desde o início. Evita controle físicos e descartes.
Armazenamento na Nuvem	Substituir arquivos físicos, espaços controlados por repositórios digitais seguros e acessíveis. Acessibilidade e portabilidade.

Fonte: Elaborado pelos Autores (2025).

A difusão acelerada de tecnologias digitais, como armazenamento em nuvem, gestão eletrônica de documentos, assinaturas digitais e fluxos de trabalho automatizados, vem sendo apontada como um dos principais fatores que devem reduzir a demanda por papel em diversos setores (Fao, 2024).

Os chamados escritórios sem papel mostram benefícios esperados em termos de redução de consumo de papel, ganhos de eficiência administrativa e menor necessidade de armazenamento físico com alta pegada ambiental (Yousufi, 2023).

Ao mesmo tempo, a adoção plena depende de fatores organizacionais, como treinamento, mudanças de rotina, interoperabilidade de sistemas e segurança da informação, que podem retardar ou limitar os resultados práticos (Wang; Shao, 2024).

O consumo de papel na indústria gera impactos ambientais significativos ao longo de todo o seu ciclo de vida, desde a extração da matéria-prima até o descarte, afetando diretamente florestas, recursos hídricos, clima, biodiversidade e saúde humana (Mainnardis et al., 2022).

Estudos de Avaliação do Ciclo de Vida mostram que a indústria precisa avançar com tecnologias mais limpas para minimizar os impactos ecológicos com a extração e beneficiamento de fibras virgens e processos produtivos intensivos em energia e água (Dias *et al.*, 2024).

2.3 Histórico e evolução do papel

O papel surgiu na China antiga (séculos II a.C.) atribuído a Cai Lun, um oficial da corte imperial. Produzido a partir de fibras vegetais, como bambu, seda e trapos de tecidos para registro de informações (Britannica, 2024).

A invenção do papel representou uma revolução cultural e administrativa possibilitando que o conhecimento fosse preservado e difundido de forma mais eficiente do que eram por pergaminhos ou tábuas de madeira (Hunter, 1978).

Relatórios globais recentes registram uma queda no comércio e no consumo de produtos de papel atribuída a migração de conteúdos e comunicações para meios digitais (Wang; Shao, 2024) assim como menor consumo energético e melhora significativa emissão de gases de efeito estufa, uma vez que utiliza energia térmica e elétrica em larga escala (Ezeudu *et al.*, 2019).

Outro ponto crítico refere-se ao elevado uso de água em etapas como polpagem e branqueamento, que resultam na geração de efluentes com matéria orgânica, sólidos em suspensão e compostos químicos, especialmente quando utilizados derivados de cloro (Mainnardis et al., 2022) que podem contaminar rios e ambientes e assim demandam por regulamentação e monitoramento contínuos (Liang *et al.*, 2023).

2.4 Descarte do papel usado como resíduo sólido e os benefícios da reciclagem

O descarte do papel define diferentes níveis de impacto ambiental como em aterros, pois o papel pode liberar metano pela decomposição anaeróbica. Na incineração gera CO₂ e poluentes caso não haja controle adequado.

Já a correta reciclagem reduz demandas por matéria prima como as fibras, água, energia e minimiza emissões, apresentando desempenho superior em grande parte das análises de ciclo de vida, desde que existam sistemas eficientes de coleta, triagem e reaproveitamento (Liang *et al.*, 2023; Ferrara; De Feo, 2021).

Dessa forma, os impactos ambientais do setor dependem tanto de escolhas tecnológicas quanto de políticas de gestão sustentável de reciclagem, destacando-se a importância de práticas como o uso de fibras certificadas, incentivo à reciclagem e eficiência energética, alinhadas a uma abordagem integrada de economia circular (Ezeudu *et al.*, 2019).

Do ponto de vista econômico e logístico, a reciclagem do papel é reforçada pelos requisitos regulatórios e de conformidade para rotulagem e documentação ao longo de cadeias logísticas e por fim as preferências de mercado por soluções de embalagem percebidas como mais sustentáveis (Leberle, 2022) e que asseguram redução de impactos ambientais (Ghinea, 2014).

Segundo MacArthur (2022), políticas de responsabilidades e na gestão de resíduos para os fabricantes e importadores, incentivam o redesenho de embalagens e a internalização de custos de coleta, triagem e reciclagem (OECD, 2024) sendo uma medida eficaz para aumentar taxas de recuperação e melhorar a qualidade do material reciclável (Moura *et al.*, 2024b; MacArthur, 2022).

A Política Nacional de Resíduos Sólidos reconhece o papel dos catadores e formalizou instrumentos como planos municipais de gestão de resíduos e metas para logística reversa, o que influenciou diretamente a cadeia de reciclagem de papel e papelão no país (Rutkowski, 2017; OECD, 2024; Simão, 2018; Kumar, 2024).

3. METODOLOGIA

Para se compreender como o papel é utilizado e descartado no contexto empresarial, foram realizadas visitas em empresas localizadas no município de São José dos Campos/SP, envolvendo diferentes setores, como metalurgia, logística, polímeros e vidro entre os meses de agosto e setembro de 2025 (Moura *et al.*, 2024d).

Os dados indicaram que a maioria das empresas ainda apresenta um nível médio a alto de consumo de papel (Favero *et al.*, 2024) pela falta controle operacional e registros internos de uso, reciclagem e descarte, como por exemplo reciclagem interna ou coleta seletiva em algumas empresas, baixa adoção de programas estruturados de logística reversa e pleno atendimento as políticas de gerenciamento de resíduos sólidos alinhadas Lei n. 12.305/2010 (Moura *et al.*, 2024c; Brasil, 2010).

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Aplicação dos 5Ss

Após a realização desta pesquisa, detectou-se que o nível de estresse organizacional nas empresas como uso de papel, descarte e disponibilidade de área física se mostrou oportuna para aplicação dos 5Ss conforme mostra o Quadro 2.

Quadro 2 | Resultados com aplicação do 5Ss.

Benefício Neuroecológico	Vantagem para o Ecossistema	Princípio do 5S
Gestão eficaz de informações	Redução do consumo de papel e suprimentos. Maior agilidade e precisão na tomada de decisão.	Seiri (senso de utilização)
Acesso contínuo e consistente	Organizar recursos físicos (espaço). Redução da divagação mental (<i>mind wandering</i>).	Seiton (senso organização)
Agilidade e Flexibilidade	Ambiente claro, sustentável e ético. Redução do estresse associado à sujeira e desorganização.	Seiso (senso de limpeza)
Padronizar movimentos na estação de trabalho	Padronizar o fluxo de trabalho mais coeso e ágil. Gastar menos energia na solução de problemas.	Seiketsu (senso padronização)
Ecossistema saudável com comportamento ético e disciplinado	Neuroecologia não é só digitalização e limpeza das mesas. Aborda também de forma holística e disciplinar a biofilia e iluminação.	Shitsuke (senso de disciplina)

Fonte: Elaborado pelos Autores (2025).

4.2 Aplicação da análise PESTEL

Foi realizado uma análise PESTEL (Político, Econômico, Sociocultural, Tecnológico, Ecológico e Legal) avaliando os fatores macroambientais que influenciam a adoção e o sucesso da transição para aplicação da neuroecologia na transição da gestão analógica para a digital sem papel em prol de um ecossistema fabril mais saudável conforme Quadro 3.

Quadro 3 | Análise PESTEL (Político, Econômico, Sociocultural, Tecnológico, Ecológico e Legal).

Fator	Impacto para transição digital sem papel	Exemplo e Implicação
Político	Sustentabilidade e regulamentação digital.	Incentivos para adoção de <i>e-gov</i> e LGPD.
Econômico	Redução de custos operacionais.	Alto investimento inicial em tecnologia.
Sociocultural	Desafio pela resistência cultural.	Fácil para jovens da geração Z e Y.
Tecnológico	A tecnologia facilita e agiliza a mudança.	Uso de IA e armazenamento em nuvem.
Ecológico	Redução da pegada de carbono.	Conservação de recursos naturais.
Legal	Necessidade de reconhecer legalmente.	Leis de uso de documentos eletrônicos.

Fonte: Elaborado pelos Autores (2025).

4.3 Aplicação da análise SWOT

A análise SWOT (Forças, Fraquezas, Oportunidades e Ameaças) avalia os fatores internos e externos que influenciam a estratégia de migração da gestão analógica para o modelo digital sem papel, com foco na melhoria dos postos de trabalho e na sustentabilidade (Oliveira *et al.*, 2025).

4.3.1 Pontos fortes (Strengths)

- Acesso e recuperação de documentos instantâneos que resultam em maior produtividade;
- Maior segurança da informação (criptografia, *backups* automáticos e controle por login e senha);
- Estações de trabalho limpos e organizados e neuroergonômicos;
- Facilidade de acesso remoto e em tempo real;
- Evidencia a responsabilidade ambiental minimizando uso de recursos (papel, tinta, energia).

4.3.2 Pontos fracos (Weaknesses)

- Dependência tecnológica e risco de falha como ciberataques e *malwares*;
- Alto custo inicial de implementação com *software*, *hardware*, nuvem e treinamento;
- Resistência cultural e curva de aprendizagem dos mais antigos acostumados ao papel;
- Complexidade na migração de arquivos antigos exige recursos especializados;
- Necessidade de Treinamento Contínuo pois os sistemas digitais estão em constante evolução.

Oportunidades (Opportunities)

- Apoio governamental, atualizado e legal;
- Inovação tecnológica da Inteligência Artificial para melhorar a segurança de dados;
- Demanda do mercado por sustentabilidade (ESG) priorizando critérios ambientais e sociais;
- Melhoria do trabalho remoto/híbrido no modelo *paperless*;
- Parcerias para atingir escalabilidade e suporte digital especializado.

Ameaças (Threats)

- Ameaças cibernéticas e ciberataques (cibersegurança);
- Insegurança regulatória e mudanças legais ou requisitos de uso dos sistemas digitais;
- Custo e instabilidade da conectividade de internet em banda larga de alta qualidade;
- Obsolescência tecnológica rápida que exigem ciclos de atualização e reinvestimento constantes;
- Ameaças concorrenciais no digital das empresas que estão atrasadas na transição.

A partir da neuroecologia é possível projetar espaços de trabalho que considerem a necessidade humana de conexão com a natureza, luz natural, espaços bem iluminados e acústica controlada. Sistemas de gestão digital permitem o controle remoto de máquinas e equipamentos, minimizando o contato físico excessivo e facilitando o monitoramento de desempenho e saúde.

O uso de tecnologias tem se mostrado eficaz para treinamento e simulações, proporcionando uma experiência mais imersiva e interativa. Essas ferramentas não só aumentam a produtividade, mas também possibilitam que a força laboral se envolva em atividades de aprendizado e desenvolvimento cognitivo de forma mais dinâmica e saudável sem papel.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa analisou práticas e percepções relacionadas ao uso e descarte de papel em empresas localizadas no município de São José dos Campos/SP, abrangendo diferentes setores e ramos da indústria. Os resultados mostraram que embora haja o avanço tecnológico e da disponibilidade crescente de soluções digitais, o papel ainda tem grande relevância nas rotinas corporativas, sobretudo em atividades administrativas, controles internos e processos de auditoria.

A neuroecologia nesse sentido, vai além da simples digitalização de processos. Ela envolve a criação de um ecossistema onde o uso de tecnologias também visa preservar o bem-estar físico e mental do trabalhador.

Na transição da gestão analógica para a digital sem papel ela é imperativa tanto para a eficiência organizacional quanto para a saúde humana e ambiental, pois, ao se aplicar os preceitos da neuroecologia, as empresas podem moldar ambientes de trabalho que respeitem o funcionamento ideal do cérebro, onde postos limpos, processos digitais e a integração com a natureza se combinam para criar um ecossistema produtivo, resiliente e saudável para todos.

A organização (metodologia 5S) assegura que as ferramentas e informações necessárias sejam encontradas rapidamente, otimizando o tempo e aumentando a produtividade em tempo real.

A análise SWOT alertou para os pontos fracos e ameaça da digitalização como também os impactos ecológicos, contribuindo para um ecossistema saudável dentro e fora da empresa.

O descarte inadequado permanece como um ponto crítico, uma vez que algumas empresas ainda utiliza métodos convencionais, com baixa adesão a práticas estruturadas de reciclagem ou reaproveitamento de resíduos.

Outro achado relevante refere-se às barreiras para redução do uso do papel. A resistência cultural aparece como principal obstáculo, superando inclusive fatores como custos ou infraestrutura tecnológica.

Quanto à digitalização, as empresas reconhecem seu potencial como alternativa ao uso de papel, mas acreditam que a eliminação completa ainda é um desafio de longo prazo, especialmente em setores regulamentados e processos que exigem documentação física.

Como trabalho futuro sugere-se visitar novamente as empresas quanto a implementação de programas de conscientização, uso de ferramentas digitais e reuso de recursos.

REFERÊNCIAS

ABRELPE. Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2023. São Paulo: Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais, 2023.

AMÂNDIO, R.; *et al.* Getting Value from Pulp and Paper Industry Wastes: On the Way to Sustainability and Circular Economy. *Journal of Cleaner Production*, v. 378, p. 134–146, 2022. Disponível em: <https://ouci.dntb.gov.ua/en/works/9JN-qaEq9>

BENEVIDES, K. D. G.; RUFINO, L. J. G. C.; DOS SANTOS, D. F. A.; BENEVIDES, M. P.; PIMENTA, C. D.; DE OLIVEIRA, M. R.; DE MOURA, R. A. (2025). Inteligência Artificial na educação de indivíduos adultos com 50 anos de idade ou mais: abordagem assistiva. *ARACÊ*, [S. l.], v7, n8, p. e7160. DOI: [10.56238/arev7n8-085](https://doi.org/10.56238/arev7n8-085). <https://periodicos.newsciencepubl.com/arace/article/view/7160>.

BRASIL. (2010). Lei Política Nacional Resíduos Sólidos: princípios, objetivos, instrumentos e descartes. https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm#:~:text=1o%20Esta%20Lei%20institui,poder%20p%C3%BAblico%20e%20aos%20instrumentos

BRITANNICA. A origem do Papel. Paper making Encyclopedia Britannica, 2024. Disponível em: <https://www.britannica.com/technology/papermaking>. Acesso em: 26 out. 2025.

DE MOURA, R. A.; BENEVIDES, M. P.; RUFINO, L. J. G. C.; DIAS, M. V. S.; SILVA, M. B. (2025). Neuroergonomia no controle de voo com tecnologia embarcada fly-by-wire e artificial feel para um melhor feedback háptico. *ARACÊ*, [S. l.], v7, n9, pe8071. DOI: [10.56238/arev7n9-139](https://doi.org/10.56238/arev7n9-139). Disponível em: <https://periodicos.newsciencepubl.com/arace/article/view/8071>. Acesso em: 13 set. 2025.

DESTAQUE. Sustentabilidade e redução do uso de papel através da digitalização. 2025. Disponível em: <https://destaque.com.br/reducao-do-uso-de-papel/>. Acesso em: 9 nov. 2025.

DIAS, A. C. et al. (2024) “Environmental Sustainability Assessment of Tissue Paper Production” — *Sustainability*, 16(21), 9419. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2071-1050/16/21/9419>

MACARTHUR FOUNDATION. (2022). Extended Producer Responsibility: Statement and Position Paper. [content.ellen-macarthurfoundation.org](https://www.ellen-macarthurfoundation.org)

EZEUDU, O. B. et al. Sustainable Production and Consumption of Paper and paper products in Nigiria: A Review — *Resources*, 8(1), 53. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2079-9276/8/1/53>

FAO. Global forest products facts and figures for 2023 shows fall in global trade in wood and paper products. Disponível em: <https://www.fao.org/newsroom/detail/global-forest-products-facts-and-figures-2023-shows-fall-in-global-trade-in-wood-and-paper-products/en>. Acesso em: 2 nov. 2025.

FAVERO, R. V. C., COSTA, J. C. L., OLIVEIRA, M. R. & MOURA, R. A. (2024). Kanban production control for an aluminum profile solutions factory using the Notion digital platform. *RGSA*, 18 (12), e010273. <https://doi.org/10.24857/rgsa.v18n12-174>

FERRARA, C; DE FEO, G. Environmental Assessment of the Recycled Paper Production: The effects of energy supply source. *Sustainability*, 13(9), 4841. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2071-1050/13/9/4841>

GHINEA, C. et al. Life cycle assessment of waste management and recycled paper systems. 2014. https://www.researchgate.net/publication/286021179_Life_cycle_assessment_of_waste_management_and_recycled_paper_systems. Acesso em: 15 set. 2025.

HUNTER, D. Papermaking: The history and technique of ancient craft. New York: Dover Publications, 1978.

JOHNSON, E.; LEE, B. (2021). The Ergonomics of Clean Desks: Paper Reduction and Cognitive Load. *Journal of Office*

Management, 45(3), 112-128.

KAMBLE, S. S.; GUNASEKARAN, A.; GAWANKAR, S. A. Sustainable Industry 4.0 Framework: A Systematic Literature Review Identifying the Current Trends and Future Perspectives. *Process Safety and Environmental Protection*, v. 133, p. 282–295, 2018.

KUMAR, V. Pulp-paper industry sludge waste biorefinery: review and valorization approaches. *Journal* (2024).

LEBERLE, U.; GEORGIADOU, M. Press release: The Paper value chain reached a 70,5% recycling rate in 2022. 2022. Disponível em: <<https://www.cepi.org/press-release-the-paper-value-chain-reached-a-705-recycling-rate-in-2022/>>. Acesso em: 4 nov. 2025.

LIANG, X. et al. (2023) “Sustainable Utilization of Pulp and Paper Wastewater” — *Water*, 15(23), 4135. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2073-4441/15/23/4135>

MAINARDIS, M. et al. (2022) “Sustainable Alternatives for Tertiary Treatment of Pulp and Paper Wastewater” — *Sustainability*, 14(10), 6047. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2071-1050/14/10/6047>

MOURA, R. A.; MARÍLIO, J. W. O.; MARQUES, D. J. R.; OLIVEIRA, M. R.; SILVA, M. B. (2024a). Neuroergonomia aplicada na engenharia para testar materiais mais leves e confortáveis para usuários de cadeiras de rodas. *SODEBRAS*, Vol. 19, N° 221, 2024. DOI: <https://doi.org/10.29367/5bge8b53> <https://revista.sodebras.com.br/index.php/revista/article/view/13/8>

MOURA, RA DE, SANTOS, DFA, BENEVIDES, MP, RICETTO, MRS, OLIVEIRA, MR DE, & SILVA, MB (2024b). Neurociência e ergonomia aplicadas como ciências comportamentais profissionais para longevidade saudável. *Revista RGSA*, 18 (12), e09741. <https://doi.org/10.24857/rgsa.v18n12-077>

MOURA, R. A.; VILLARTA, C. J. B.; BENEVIDES, M. P.; RICETTO, M. R.; ROSA JUNIOR, O.,; SANTOS, D. F. A. (2024c). Anthropometry, neuroergonomics and immersive technologies for the workplace’s future: safer, self-sustainable and digital. *RGSA*, 18(12), e09859. <https://doi.org/10.24857/rgsa.v18n12-032>

MOURA, RA DE, BENEVIDES, KDG, BENEVIDES, MP, RICETTO, MRS, SOUSA, VJ DE, OLIVEIRA, MR, & SILVA, MB (2024d). Princípios de manutenção de aeronaves e neuroergonomia: uma combinação tecnológica de sucesso. *Revista RGSA*, 18 (11), e09560. <https://doi.org/10.24857/rgsa.v18n11-137>

OECD. Extended Producer Responsibility: Basic Facts and Key Principles. OECD report. (2024). https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/publications/reports/2024/04/extended-producer-responsibility_4274765d/67587b0b-en.pdf

OLIVEIRA JUNIOR, H. S.; VIAGI, A. F.; MOURA, R. A. (2025). Aplicações dos conceitos da neuroengenharia na agroindústria: monitoramento, manutenção e autossustentabilidade. *Revista Ciências Exatas, [S. l.]*, v. 31, n. 2, 2025. DOI: 10.69609/1516-2893.2025.v31.n2.a4033. Disponível em: <https://periodicos.unitau.br/exatas/article/view/4033>

RUTKOWSKI, J. E. Recycling in Brazil: Paper and Plastic Supply Chain. *MDPI / Suspender* (2017).

SMITH, A. (2020). *The Paperless Revolution: Digital Transformation and Corporate Sustainability*. Green Press Publishing. a inviabilidade do modelo analógico frente ao volume de dados.

SCHWAB, K. *A Quarta Revolução Industrial*. São Paulo: Edipro, 2021.

SIMÃO, L. Wastes from pulp and paper mills - a review of generation and management. *Ciência & Engenharia* (2018).

TACHIZAWA, T.; ANDRADE, R. O. B. *Gestão socioambiental e sustentabilidade nas organizações*. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2011.

TAVARES-LEHMANN, A. T; VARUM, C. Industry 4.0 and Sustainability: A bibliometric literature review. *Sustainability*, v. 13, n. 6, p. 3493, 2021.

WANG, D.; SHAO, X. Research on the impact of digital transformation on the production efficiency of manufacturing enterprises: Institution-based analysis of the threshold effect. *International review of economics & finance*, v. 91, p. 883–897, 2024.

YOUSUFI, Mahmood Khan. Exploring paperless work: A step towards low carbon footprint. *European journal of sustainable development research*, v. 7, n. 4, p. em0228, 2023.

