

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALFENAS

DANIELA KETRYN PEREIRA MACHADO

**ECONOMIA AMBIENTAL E MUDANÇAS DE HÁBITOS: AVALIAÇÃO DO
IMPACTO DA REDUÇÃO DO USO DO PAPEL APÓS A IMPLANTAÇÃO DO
SISTEMA ELETRÔNICO DE INFORMAÇÕES - SEI**

ALFENAS/MG

2026

DANIELA KETRYN PEREIRA MACHADO

**ECONOMIA AMBIENTAL E MUDANÇAS DE HÁBITOS: AVALIAÇÃO DO
IMPACTO DA REDUÇÃO DO USO DO PAPEL APÓS A IMPLANTAÇÃO DO
SISTEMA ELETRÔNICO DE INFORMAÇÕES - SEI**

Dissertação apresentada como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais pela Universidade Federal de Alfenas. Área de concentração: Conservação da biodiversidade e dinâmicas socioambientais

Orientador: Prof^ª. Dra. Debora Zumkeller Sabonaro

Coorientador: Prof. Dr. Breno Régis Santos

ALFENAS/MG

2026

Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal de Alfenas
Biblioteca Central

Machado, Daniela Ketryn Pereira.

Economia Ambiental e Mudanças de Hábitos: Avaliação do Impacto da Redução do Uso do papel após a Implantação do Sistema Eletrônico de Informações - SEI : Economia Ambiental / Daniela Ketryn Pereira Machado. - Alfenas, MG, 2026.

41 f. : il. -

Orientador(a): Débora Zumkeler Sabonaro.

Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) - Universidade Federal de Alfenas, Alfenas, MG, 2026.

Bibliografia.

1. Administração Pública. 2. Sustentabilidade. 3. Sistema Eletrônico de Informações. 4. Consumo de Papel. I. Sabonaro, Débora Zumkeler, orient. II. Título.

DANIELA KETRYN PEREIRA MACHADO

" ECONOMIA AMBIENTAL E MUDANÇAS DE HÁBITOS: AVALIAÇÃO DO IMPACTO DA REDUÇÃO DO USO DO PAPEL APÓS A IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA ELETRÔNICO DE INFORMAÇÕES - SEI. "

A Banca examinadora abaixo-assinada aprova a Dissertação apresentada como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais pela Universidade Federal de Alfenas. Área de concentração: Gestão e manejo de recursos naturais e biodiversidade.

Aprovada em: 26 de fevereiro de 2026.

Profa. Dra. Débora Zumkeler Sabonaro
Instituição: Universidade Federal de Alfenas

Prof. Dr. Antônio Rodrigues da Cunha Neto
Instituição: Universidade Federal de Alfenas

Dra. Kênia Eliber Vieira
Instituição: Universidade Federal de Alfenas



Documento assinado eletronicamente por **Debora Zumkeller Sabonaro, Usuário Externo**, em 04/03/2026, às 19:17, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.unifal-mg.edu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **1738764** e o código CRC **42A9D8B8**.

Dedico este trabalho a Deus, em primeiro lugar, por me sustentar e iluminar cada passo desta jornada.

Ao Robson Machado, pelo incentivo constante e pela paciência que foram fundamentais para que eu chegasse até aqui.

Às minhas filhas, Flaviane, Jéssica e Karoline, pelo apoio incondicional nos momentos de dificuldade e por acreditarem em mim, especialmente quando eu duvidava de mim mesma. Vocês foram minha força e minha inspiração.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais da UNIFAL-MG, pela oportunidade de formação, pelo acolhimento e pelo incentivo à produção científica comprometida com o desenvolvimento sustentável.

À minha orientadora, Prof^a. Dr^a. Débora Zumkeler Sabonaro, pela orientação segura, pelo rigor científico e pela sensibilidade acadêmica que orientaram cada etapa deste percurso.

Ao meu coorientador, Prof. Breno Régis Santos, pelas contribuições técnicas, pela disponibilidade e pela dedicação constante ao aprimoramento desta pesquisa.

Ao Prof. Dr. Marcos Coelho Bissoli, pelas importantes contribuições teórico-metodológicas que enriqueceram significativamente o trabalho.

À Divisão de Almoxarifado da UNIFAL-MG, pela disponibilidade e fornecimento dos dados essenciais ao desenvolvimento desta pesquisa.

Um agradecimento especial a Karoline Kayalla Pereira, cuja colaboração intensa, apoio contínuo e disposição em contribuir foram fundamentais para a consolidação desta dissertação.

Agradeço, ainda, a todas as pessoas que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste estudo, seja por meio de apoio acadêmico, institucional, emocional ou logístico. Cada gesto de incentivo foi essencial para que este trabalho se concretizasse.

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

RESUMO

A presente dissertação tem como objetivo principal avaliar o impacto ambiental da redução do uso de papel na Universidade Federal de Alfenas (UNIFAL-MG), após a implementação do Sistema Eletrônico de Informações (SEI). A partir da perspectiva da economia ambiental e das mudanças de hábitos institucionais, a pesquisa investiga como a transição de processos administrativos físicos para digitais contribuiu para a sustentabilidade da instituição. A análise considera os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Agenda 2030 da ONU, com ênfase nos ODS 12 (consumo e produção responsáveis) e 13 (ação contra a mudança global do clima). Foi conduzido um estudo descritivo, de abordagem quantitativa, com base em dados de consumo de papel entre os anos de 2012 e 2024. Esse período foi dividido em três fases: pré-implementação do SEI (2012–2017), período de transição (2018) e pós-implementação (2019–2024), as quais refletem um processo de mudança incremental planejada com a adoção do SEI, seguido por uma fase de adaptação a fatores externos, especialmente durante a pandemia de COVID-19 (2020–2021), e culminando em uma estabilização em um novo equilíbrio estrutural a partir de 2022. Os dados foram coletados a partir de registros institucionais e tratados por meio de séries temporais e modelos estatísticos ARIMA, utilizando o software R. Os resultados demonstraram uma expressiva redução no consumo de papel após a implantação do SEI, refletindo benefícios diretos na gestão de recursos, na economia institucional e na mitigação dos impactos ambientais associados à cadeia produtiva do papel. A pesquisa evidenciou ainda a importância da transformação digital para a modernização administrativa e reforçou o papel das universidades como agentes estratégicos na promoção da sustentabilidade. A adoção do SEI, portanto, além de melhorar a eficiência organizacional, revelou-se uma prática alinhada às metas globais de desenvolvimento sustentável.

Palavras-chave: Administração Pública; Sustentabilidade; Sistema Eletrônico de Informações (SEI); Consumo de papel.

ABSTRACT

This dissertation aims to evaluate the environmental impact of the reduction in paper use at the Federal University of Alfenas (UNIFAL-MG) following the implementation of the Electronic Information System (SEI). From the perspective of environmental economics and institutional behavioral change, the study investigates how the transition from physical to digital administrative processes has contributed to the sustainability of the institution. The analysis considers the United Nations 2030 Agenda Sustainable Development Goals (SDGs), with emphasis on SDG 12 (Responsible Consumption and Production) and SDG 13 (Climate Action). A descriptive, quantitative study was conducted based on paper consumption data from 2012 to 2024. This period was divided into three phases: pre-implementation of SEI (2012–2017), transition period (2018), and post-implementation period (2019–2024), which reflect a process of planned incremental change with the adoption of SEI, followed by a phase of adaptation to external factors especially during the COVID-19 pandemic (2020–2021) and culminating in stabilization within a new structural equilibrium from 2022 onward. The data were collected from institutional records and analyzed using time series techniques and ARIMA statistical models with the R software. The results showed a significant reduction in paper consumption after the implementation of SEI, reflecting direct benefits in resource management, institutional cost savings, and the mitigation of environmental impacts associated with the paper production chain. The study also highlighted the importance of digital transformation for administrative modernization and reinforced the role of universities as strategic agents in promoting sustainability. The adoption of SEI, therefore, not only improved organizational efficiency but also proved to be a practice aligned with global sustainable development goals.

Keywords: Public Administration; Sustainability; Electronic Information System (SEI); Paper Consumption.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Redução de custos relacionados ao papel no início da implementação do SEI	21
--	----

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Objetivos do Desenvolvimento Sustentável	15
---	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CEAD	Centro de Educação Aberta e a Distância
CEPE	Conselho de Ensino Pesquisa e Extensão
CICOM	Conselho de Integração Comunitária
CO ₂	Dióxido de Carbono
CONSUNI	Conselho Universitário
DRGCA	Departamento de Registros Gerais e Controle Acadêmico
IBÁ	Indústria Brasileira de Árvores
ITI	Instituto Nacional de Tecnologia da Informação
MP	Ministério do Planejamento
ODS	Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
ONU	Organização das Nações Unidas
R	Software Estatístico R
SEI	Sistema Eletrônico de Informações
SLTI	Secretaria de Logística e Tecnologia da Informação
TRF4	Tribunal Regional Federal da 4ª Região
UNIFAL-MG	Universidade Federal de Alfenas – Minas Gerais

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO E/OU APRESENTAÇÃO.....	12
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	17
2.1	Histórico da Administração pública e as tecnologias da informação.....	17
2.2	Fundamentos do Sistema eletrônico de informações SEI.....	18
2.3	Sustentabilidade na administração pública e utilização do SEI.....	21
2.4	Impacto ambiental do consumo de papel.....	22
3	ARTIGO.....	25
3.1	Título do Artigo: Do Papel ao Digital: Avaliação Econômico- Ambiental da Implementação do Sistema Eletrônico de Informações (SEI).....	17 25
4	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	39
	REFERÊNCIAS	40

1 INTRODUÇÃO

A Administração Pública tem passado por profundas transformações devido à evolução tecnológica e à crescente demanda por eficiência, transparência e sustentabilidade. Historicamente, os processos administrativos eram altamente dependentes de documentos em papel, resultando em operações mais lentas e burocráticas, além de custos elevados para armazenamento e manuseio.

Com o avanço da Tecnologia da Informação, soluções informatizadas como o Sistema Eletrônico de Informações (SEI) foram adotadas, marcando uma transição significativa para uma gestão digitalizada. O SEI elimina a necessidade do uso de papel, facilita a tramitação de processos, melhora a transparência e acessibilidade, e contribui para a sustentabilidade, alinhando-se com as demandas contemporâneas por uma administração pública mais eficiente e ambientalmente responsável.

Impulsionado por políticas governamentais de inovação e eficiência administrativa, o SEI se disseminou rapidamente devido aos seus benefícios. Implementado inicialmente em 2013 e atendendo às propostas do Plano Nacional de Desmaterialização de Processos, o SEI proporciona maior controle no fluxo de trabalho, armazenamento seguro e acessibilidade remota aos documentos.

Segundo Angelocci *et al.* (2021), a sustentabilidade é um conceito amplo que abrange a interseção entre dimensões sociais, ambientais e, especialmente, econômicas. Os autores ressaltam que, embora a sustentabilidade dialogue com diversas áreas do conhecimento, como ecologia, engenharia e sociologia, ela possui uma relevância central no campo da economia, uma vez que envolve a busca por modelos de desenvolvimento que conciliem crescimento econômico, uso eficiente de recursos e equidade social no longo prazo.

Ainda conforme Angelocci *et al.* (2021), a sustentabilidade está alinhada com as definições e metas globais propostas para 2030, especialmente no âmbito dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da ONU. Esses objetivos buscam enfrentar desafios urgentes, como a erradicação da pobreza, a proteção ambiental e a promoção de uma prosperidade econômica inclusiva e duradoura. Nesse cenário, a economia desempenha papel estratégico ao oferecer instrumentos e políticas que possibilitam a transição para práticas sustentáveis, garantindo desenvolvimento sem comprometer as necessidades das gerações futuras.

A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável é um plano de ação global adotado em 2015 pelos 193 Estados-membros da ONU, com o propósito de orientar políticas públicas e estratégias internacionais ao longo do período de 2016 a 2030. Estruturada em 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) e 169 metas, a Agenda busca integrar, de forma equilibrada, as dimensões econômica, social e ambiental do desenvolvimento.

Nesse contexto, a dimensão econômica ganha destaque ao propor o fomento de economias resilientes, inclusivas e sustentáveis, por meio da geração de emprego decente, inovação, infraestrutura e redução das desigualdades. Como destaca Carvalho (2019), a Agenda 2030 é fruto de amplas negociações multilaterais e representa um compromisso coletivo para enfrentar desafios globais urgentes, como a pobreza, a desigualdade socioeconômica e as mudanças climáticas.

Um aspecto relevante da Agenda 2030 é a valorização do papel dos atores locais, como cidades e comunidades, reconhecidos como peças-chave na efetivação das ações necessárias para o cumprimento dos objetivos propostos. A agenda não apenas destaca a importância das políticas públicas no âmbito local, mas também atribui às cidades um protagonismo crescente nas dinâmicas internacionais, especialmente por serem territórios onde os efeitos da insustentabilidade, como a desigualdade econômica, o desemprego e a precarização dos serviços se manifestam de forma mais aguda.

Conforme aponta Carvalho (2019), é nesses espaços que as iniciativas concretas devem ser implementadas, promovendo economias locais mais inclusivas, sustentáveis e capazes de responder aos desafios globais por meio de soluções inovadoras e adaptadas às realidades regionais. Nesse mesmo sentido, Sachs (2017) destaca que o desenvolvimento sustentável depende de políticas públicas territorializadas, capazes de integrar crescimento econômico, justiça social e proteção ambiental, fortalecendo o papel das instituições locais como agentes de transformação socioambiental.

Os 17 objetivos da Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável das Nações Unidas são (Quadro 1):

Quadro 1 – Objetivos do Desenvolvimento Sustentável

ODS 1	Acabar com a pobreza em todas suas formas, em todos os lugares.
ODS 2	Acabar com a fome, alcançar a segurança alimentar e a melhoria da nutrição e promover a agricultura sustentável.
ODS 3	Assegurar uma vida saudável e promover o bem-estar para todos, em todas as idades.
ODS 4	Assegurar a educação inclusiva e equitativa de qualidade, e promover oportunidades de aprendizagem ao longo da vida para todos.
ODS 5	Alcançar a igualdade de gênero e empoderar todas as mulheres e meninas.
ODS 6	Assegurar a disponibilidade e gestão sustentável da água e o saneamento para todos.
ODS 7	Assegurar o acesso à energia confiável, sustentável, moderna e a preço acessível para todos.
ODS 8	Promover o crescimento econômico sustentado, inclusivo e sustentável, o emprego pleno e produtivo e o trabalho decente para todos.
ODS 9	Construir infraestruturas resilientes, promover a industrialização inclusiva e sustentável e fomentar a inovação.
ODS 10	Reduzir a desigualdade dentro dos países e entre eles.
ODS 11	Tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis.
ODS 12	Assegurar padrões de consumo e produção sustentáveis.
ODS 13	Tomar medidas urgentes para combater a mudança do clima e seus impactos.
ODS 14	Conservar e usar de forma sustentável os oceanos, os mares e os recursos marinhos para o desenvolvimento sustentável.
ODS 15	Proteger, restaurar e promover o uso sustentável dos ecossistemas terrestres, gerir de forma sustentável as florestas, combater a desertificação e deter a degradação da terra e a perda de biodiversidade.
ODS 16	Promover sociedades pacíficas e inclusivas para o desenvolvimento sustentável, proporcionar acesso à justiça para todos e construir instituições eficazes, responsáveis e inclusivas em todos os níveis.
ODS 17	Fortalecer os meios de implementação e revitalizar a parceria global para o desenvolvimento sustentável.

Fonte: (ONU, 2019)

Cardoso; Pederneiras (2023) apresentam uma análise detalhada dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), destacando que cada objetivo contempla múltiplas dimensões do desenvolvimento sustentável, com especial atenção aos aspectos econômicos, sociais e ambientais. O autor argumenta que os ODS vão além de diretrizes formais, configurando-se como oportunidades estratégicas para a articulação entre governos, setor privado e sociedade civil na

construção de um futuro mais justo e sustentável.

Os autores acima reforçam a importância de que as empresas adotem práticas responsáveis e sustentáveis, não apenas como um imperativo ético, mas como um diferencial competitivo e uma exigência para a construção de economias mais resilientes, inovadoras e comprometidas com o desenvolvimento de longo prazo. De forma complementar, Elkington (2011) argumenta que organizações sustentáveis precisam equilibrar desempenho econômico, responsabilidade social e proteção ambiental, consolidando modelos de gestão alinhados ao chamado triple bottom line.

A sustentabilidade na Administração Pública envolve a implementação de práticas que visam utilizar recursos de forma responsável, minimizando o impacto ambiental e promovendo o bem-estar das gerações presentes e futuras. A adoção de tecnologias como o SEI desempenha um papel crucial nesse contexto, particularmente na redução do consumo de papel.

Ao reduzir esse consumo, diminui-se o desmatamento associado à demanda por papel, o que contribui para a preservação dos habitats e da biodiversidade. A produção de papel é um processo intensivo em recursos naturais e energia, começando com a extração de madeira como principal matéria-prima e envolvendo etapas industriais que consomem grandes quantidades de água e energia, além de aumentar as emissões de carbono ao liberar CO₂ armazenado nas árvores.

Investigar sobre a implementação do Sistema Eletrônico de Informações (SEI), a gestão de documentos digitais e a produção de papel na Administração Pública e em instituições como universidades é importante por várias razões. Primeiramente, compreender como o SEI e outras tecnologias digitais estão sendo adotadas e integradas permite avaliar seus impactos positivos na eficiência operacional, transparência e sustentabilidade ambiental.

Investigar o SEI também ajuda a entender como a transição para processos digitais pode reduzir significativamente o consumo de papel, economizando recursos naturais e financeiros, enquanto minimiza o impacto ambiental da produção de papel, que é uma atividade intensiva em recursos. Além disso, a pesquisa nesse campo permite orientar políticas públicas e estratégias institucionais que promovam práticas mais responsáveis, eficientes e alinhadas com os desafios contemporâneos de preservação ambiental e modernização administrativa.

Neste sentido, esta pesquisa tem como objetivo analisar se a implementação

do Sistema Eletrônico de Informações (SEI) impactou na redução do consumo de papel e, conseqüentemente, na mitigação dos impactos ambientais associados à cadeia produtiva do papel, considerando a economia de recursos naturais, a redução de emissões e o fortalecimento de práticas sustentáveis na Administração Pública.

Diante desse contexto, esta pesquisa visa analisar de forma objetiva a implementação do SEI em instituições públicas, com foco nos ganhos de eficiência administrativa, sustentabilidade e economia de recursos, buscando compreender seus efeitos práticos na modernização da gestão e na redução de impactos ambientais.

2 REVISÃO LITERATURA

2.1 Histórico da Administração pública e as tecnologias da informação

A Administração Pública, ao longo das décadas, tem passado por profundas transformações impulsionadas pela evolução tecnológica e pela necessidade crescente de eficiência, transparência e sustentabilidade (Silva *et al.*, 2020). Tradicionalmente, os processos administrativos na esfera pública eram caracterizados por uma forte dependência de documentos em papel, o que resultava em operações mais lentas e burocráticas (Rodrigues; Cammarosano, 2022).

Historicamente, a gestão documental na Administração Pública era um processo manual, envolvendo grande quantidade de papel para registros, memorandos, ofícios e diversos tipos de documentação oficial. Esse modelo não apenas limitava a agilidade na tramitação dos processos, mas também gerava custos significativos em termos de armazenamento, manuseio e manutenção dos documentos físicos. Além disso, a preservação e a segurança dos documentos em papel eram desafiadoras, dada a suscetibilidade a danos físicos e perdas (Saraiva, 2018; Silva; Souza, 2020).

Nas últimas décadas, com o avanço da Tecnologia da Informação (TI), a Administração Pública começou a adotar soluções informatizadas para melhorar a eficiência e reduzir os custos operacionais. A implementação de sistemas informatizados, como o Sistema Eletrônico de Informações (SEI), marca uma transição significativa de um modelo tradicional para uma gestão moderna e digitalizada (Silva *et al.*, 2020).

Para Rodrigues e Cammarosano (2022):

[...] o processo eletrônico digital visa eliminar o uso de papel como suporte físico para documentos institucionais e disponibiliza informações em tempo real, mediante implantação do Sistema Eletrônico de Informações (SEI): ferramenta para gestão de processos e documentos administrativos eletrônicos (Rodrigues; Cammarosano, 2022, p. 204).

Nesse sentido, a implementação de tecnologias como o SEI reflete uma tendência de governos buscando aumentar a eficiência administrativa por meio da digitalização. Sistemas eletrônicos de informação proporcionam diversos benefícios,

incluindo a redução do tempo de tramitação de processos, maior transparência e acessibilidade, e uma significativa diminuição do consumo de papel, alinhando-se com os objetivos de sustentabilidade (Rodrigues; Cammarosano, 2022).

O SEI é um exemplo de sistema que aprimora a gestão de documentos e processos na Administração Pública. Ele foi desenvolvido para criar, editar, assinar, tramitar e armazenar documentos eletrônicos, eliminando a necessidade de papéis físicos em muitos casos (Silva *et al.*, 2020).

A introdução de tecnologias de informação na Administração Pública, exemplificada pela implementação do SEI, representa uma evolução significativa rumo a uma gestão mais eficiente, transparente e sustentável. O SEI não só facilita a tramitação de processos administrativos, mas também promove a economia de recursos e a preservação ambiental, alinhando-se com as demandas contemporâneas por sustentabilidade e eficiência (Rodrigues; Cammarosano, 2022; Saraiva, 2018).

2.2 Fundamentos do Sistema eletrônico de informações SEI

O Sistema Eletrônico de Informações (SEI) é uma plataforma desenvolvida para modernizar a gestão documental e de processos na Administração Pública. Conforme já mencionado sua criação surgiu da necessidade de superar as limitações dos sistemas tradicionais baseados em papel, que eram caracterizados por lentidão, alto custo e dificuldades na preservação e acesso aos documentos. O SEI foi concebido para digitalizar e automatizar processos, oferecendo uma solução integrada para a criação, tramitação, assinatura e armazenamento de documentos eletrônicos (Rodrigues; Cammarosano, 2022; Silva; Souza, 2020).

De acordo com Saraiva (2018):

O SEI foi desenvolvido em 2009 pelo TRF4 num prazo de 3 meses. O Tribunal não trabalha com fábrica de software. Os próprios servidores desenvolveram o sistema. A servidora da área de gestão documental criava as telas no Powerpoint de forma livre e o analista as desenvolvia. O sistema, portanto, já tinha quatro anos de maturidade (Saraiva, 2018, p.5).

O desenvolvimento do SEI foi impulsionado por políticas governamentais voltadas para a inovação e a eficiência administrativa. Inicialmente implementado em órgãos específicos, o SEI rapidamente se disseminou devido aos seus

benefícios comprovados. A administração pública federal brasileira adotou o SEI como parte de uma estratégia mais ampla de modernização e desburocratização, incentivando sua implementação em diversas instituições públicas especialmente após o Plano Nacional de Desmaterialização de Processos - Administração sem Papel (Rodrigues; Cammarosano, 2022; Saraiva, 2018).

Este plano foi implementado em dezembro de 2011 pelo Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão (MP), em parceria com a Secretaria de Logística e Tecnologia da Informação (SLTI) e o Instituto Nacional de Tecnologia da Informação (ITI). Essa iniciativa conjunta tinha como objetivo propor e implementar, em um prazo de três anos, a transição para processos administrativos eletrônicos visando a desmaterialização de documentos físicos e a promoção da eficiência, transparência e sustentabilidade na administração pública.

Atendendo aos critérios impostos neste plano, o SEI passa a ser uma ferramenta válida, visto que seus objetivos primários incluem: celeridade nos processos; eficiência operacional visando otimizar o uso dos recursos públicos através da redução de custos operacionais, especialmente relacionados ao uso de papel e logística associada; transparência e acessibilidade (Saraiva, 2018).

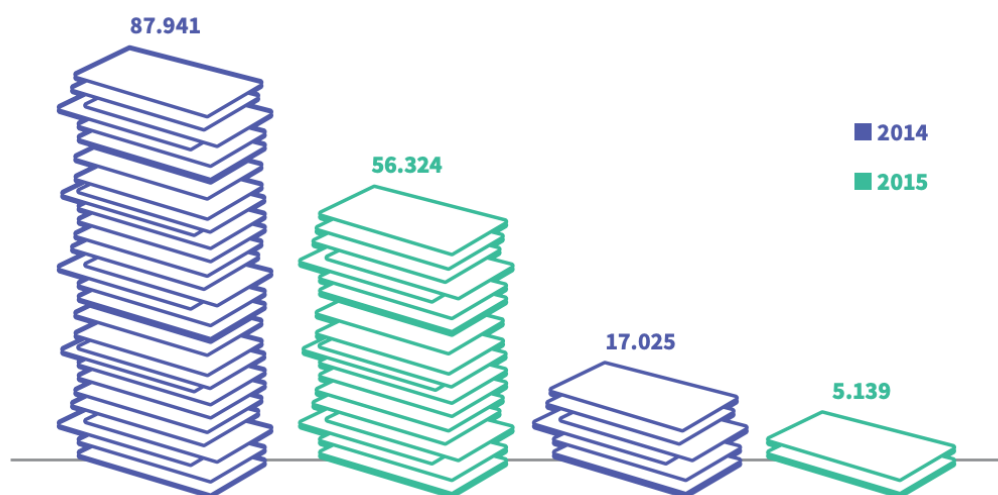
A tramitação eletrônica disponível no SEI, facilita a movimentação de documentos entre setores e órgãos, proporcionando maior agilidade e controle no fluxo de trabalho, além de oferecer um armazenamento seguro com mecanismos de backup e recuperação de dados. Além disso, amplia a acessibilidade pois proporciona acesso remoto aos documentos e processos, permitindo que servidores e cidadãos acompanhem o andamento das demandas de qualquer lugar (Silva *et al.*, 2020).

A estrutura operacional do SEI é projetada para ser intuitiva e de fácil utilização, mesmo para usuários com pouca familiaridade com tecnologia. Sua interface amigável e funcionalidades robustas garantem que os processos administrativos sejam conduzidos de maneira eficiente e segura. A estrutura organizacional envolve a administração central do SEI, responsável pela manutenção e atualização do sistema, e os usuários finais, que interagem diretamente com a plataforma para a gestão de seus documentos e processos (Rodrigues; Cammarosano, 2022).

A implementação do SEI tem demonstrado um impacto positivo significativo nas instituições que o adotaram. Além da evidente redução no consumo de papel, o

SEI tem promovido uma cultura de maior transparência e acessibilidade, onde informações estão prontamente disponíveis para consulta e auditoria. Saraiva (2018), em seu estudo de caso, ilustra a diminuição dos custos contratuais relacionados à aquisição de papel, comparando os valores entre janeiro e junho de 2014 e 2015, em milhares de reais (R\$), conforme expresso na (Figura 1).

Figura 1- Redução de custos relacionados ao papel no início da implementação do SEI



Fonte: Saraiva (2018)

A análise da figura evidencia a economia resultante da adoção do SEI, especialmente nos dois primeiros anos de implementação, em termos de redução das despesas com a compra de papel ao longo do período analisado. Essa diminuição dos custos contratuais confirma o impacto positivo dos sistemas eletrônicos na racionalização dos gastos públicos, uma vez que a digitalização dos processos contribui para a redução de recursos financeiros destinados à aquisição de insumos físicos, como o papel, conforme destacado por Saraiva (2018). Assim, os resultados reforçam um dos principais benefícios econômicos associados à transição para o ambiente digital na gestão documental.

Sendo assim, a tendência é que o sistema permaneça com um impacto positivo ao longo do tempo. Porém, sua utilização não está isenta de desafios, incluindo a adaptação dos servidores ao novo sistema, questões relacionadas à infraestrutura tecnológica e à segurança dos dados que são cruciais para o sucesso do SEI. Contudo, as oportunidades proporcionadas pela digitalização e automação

dos processos são vastas, oferecendo potencial para melhorias contínuas na eficiência e sustentabilidade da administração pública (Saraiva, 2018).

2.3 Sustentabilidade na administração pública e utilização do SEI

A sustentabilidade na Administração Pública refere-se à adoção de práticas e políticas que promovam o uso responsável e eficiente dos recursos, minimizando o impacto ambiental e promovendo o bem-estar das gerações atuais e futuras. Esse conceito abrange uma ampla gama de atividades, desde a gestão de recursos naturais até a implementação de tecnologias que reduzam o consumo de energia e materiais (Siqueira, 2021).

A incorporação de práticas sustentáveis na administração pública é importante para enfrentar os desafios ambientais, como as mudanças climáticas, a degradação ambiental e a escassez de recursos. Governos e instituições públicas têm a responsabilidade de liderar pelo exemplo, implementando políticas e práticas que promovam a sustentabilidade e incentivem a sociedade a adotar comportamentos mais ecológicos (Silva; Alves; Junio, 2024).

O Sistema Eletrônico de Informações (SEI) é uma ferramenta que promove a sustentabilidade na administração pública, especialmente no que diz respeito à economia de papel. A digitalização de processos administrativos que antes dependiam de documentos físicos resulta em uma redução significativa no consumo de papel, contribuindo diretamente para a preservação de recursos naturais (Saraiva, 2018).

Uma das principais vantagens do SEI, é a eliminação da necessidade de documentos físicos para a maioria dos processos administrativos. Antes da adoção do SEI, a gestão de documentos em papel exigia grandes quantidades de recursos para impressão, armazenamento e transporte. A transição para um sistema eletrônico elimina esses requisitos, resultando em uma redução drástica no consumo de papel, especialmente no quesito armazenamento (Rodrigues; Cammarosano, 2022).

O armazenamento adequado de papel tem o objetivo de preservar sua integridade e durabilidade ao longo do tempo. O ambiente onde o papel é armazenado deve ser controlado, com temperatura e umidade ideais entre 18-22°C e 40-55%, respectivamente. Expor o papel à luz solar direta deve ser evitado, pois

pode causar desbotamento e enfraquecimento das fibras. Uma boa circulação de ar no local de armazenamento é essencial para prevenir o acúmulo de umidade e mofo (Duarte, 2009)

Além disso, é importante usar suportes de armazenamento adequados, como caixas de arquivo ou pastas, para proteger o papel de danos físicos. Ao manusear o papel, deve-se evitar tocar diretamente nas áreas impressas ou escritas com as mãos. Manter o local de armazenamento limpo e livre de pragas também é essencial para evitar danos causados por insetos (Duarte, 2009).

2.4 Impacto ambiental do consumo de papel

A produção de papel é um processo que consome muitos recursos naturais e energia, causando impactos ambientais significativos. O processo começa com a extração de madeira, a principal matéria-prima, e envolve uma série de etapas industriais para transformar essa madeira em papel. A produção de papel envolve o desmatamento, consumo de grandes quantidades de água e energia, e o uso de produtos químicos (Scarpatti, 2022).

A colheita de madeira pode levar ao desmatamento e à perda de biodiversidade, especialmente se não forem seguidas práticas de manejo florestal sustentável. A transformação da madeira em polpa de papel envolve processos mecânicos e químicos que consomem muita água e energia, e o processo químico, em particular, utiliza substâncias como cloro, resultando em subprodutos tóxicos, como dioxinas, quando não tratados adequadamente (IBá, 2019).

Na administração pública, o consumo de papel é substancial devido à necessidade de documentação e comunicação escrita em diversos processos administrativos. Estima-se que a administração pública de um país pode consumir milhões de folhas de papel anualmente, com implicações ambientais consideráveis. Em algumas instituições, o consumo de papel pode representar uma parte significativa do orçamento destinado a materiais de escritório (Silva; Alves; Junio, 2024).

Os impactos ambientais da produção e consumo de papel são variados e significativos. O desmatamento é um dos efeitos mais visíveis, com a demanda por papel impulsionando a derrubada de florestas. Isso resulta na perda de habitats, redução da biodiversidade e aumento das emissões de carbono devido à liberação

de CO₂ armazenado nas árvores. Além disso, a produção de papel consome grandes quantidades de água, sendo uma das indústrias mais intensivas em consumo de água. Grandes volumes de água são necessários tanto na preparação da polpa quanto no processo de lavagem do papel. A transformação da madeira em papel também é energeticamente intensiva, exigindo eletricidade e combustíveis fósseis que contribuem para a emissão de gases de efeito estufa (Scarpatti, 2022; IBÁ, 2019).

A produção de papel também contribui significativamente para as emissões de carbono, tanto direta quanto indiretamente. A queima de combustíveis fósseis nas fábricas de papel e as emissões de CO₂ provenientes da decomposição de resíduos de madeira são contribuintes importantes. Além disso, a produção de papel gera poluição do ar e da água. As fábricas de papel emitem compostos orgânicos voláteis, dióxido de enxofre e óxidos de nitrogênio, que contribuem para a poluição do ar e a formação de chuva ácida. Os efluentes líquidos das fábricas de papel podem contaminar corpos d'água com produtos químicos tóxicos e matéria orgânica (Scarpatti, 2022; IBÁ, 2019).

A reciclagem de papel é uma prática comum que pode reduzir a demanda por madeira nova, diminuir o consumo de energia e água, e reduzir as emissões de carbono. O papel reciclado utiliza menos água e energia no processo de fabricação comparado ao papel virgem. A reciclagem de papel envolve a coleta, triagem e processamento de papel usado para produzir nova polpa. Este processo ajuda a reduzir a necessidade de matéria-prima virgem e minimiza os resíduos que iriam para aterros. Além disso, alguns tipos de papel, especialmente os não tratados com químicos tóxicos, podem ser compostados, retornando os nutrientes ao solo (Silva *et al.* 2015, Scarpatti, 2022).

Muitas instituições estão implementando políticas para reduzir o uso de papel, promovendo a digitalização de documentos em processos administrativos. Estas políticas não só reduzem o consumo de papel, mas também aumentam a eficiência administrativa. Instituições públicas muitas vezes estabelecem programas de reciclagem, incentivando a separação e coleta de papel reciclável (Silva *et al.*, 2015). Essas iniciativas são frequentemente acompanhadas por campanhas de conscientização para educar os funcionários sobre a importância da reciclagem.

A produção e consumo de papel têm impactos ambientais significativos que incluem desmatamento, consumo elevado de água e energia, e emissões de

poluentes. No entanto, a implementação de práticas de gestão de resíduos e políticas de redução e reciclagem pode mitigar esses impactos. A administração pública tem um papel vital em adotar e promover essas práticas, contribuindo para a sustentabilidade ambiental e a eficiência administrativa.

3. ARTIGO

3.1 Do Papel ao Digital: Avaliação Econômico-Ambiental da Implementação do Sistema Eletrônico de Informações (SEI)

O presente artigo foi elaborado em conformidade com as diretrizes editoriais do Manual de normalização e apresentação de trabalhos acadêmicos da UNIFAL-MG: com base nas normas de documentação da ABNT - 2ª edição rev. Atual 2025. Sendo submetido a Revista: Meio Ambiente, Desenvolvimento e Sustentabilidade

DO PAPEL AO DIGITAL: AVALIAÇÃO ECONÔMICO-AMBIENTAL DA IMPLEMENTAÇÃO DO SISTEMA ELETRÔNICO DE INFORMAÇÕES (SEI)

Daniela Ketryn Pereira Machado¹, Marcos Coelho Bissoli¹, Karoline Kayalla Pereira¹, Antônio Rodrigues da Cunha Neto¹, Denismar Alves Nogueira¹, Breno Régis Santos¹ e Débora Zumkeler Sabonaro¹

Resumo

A modernização da Administração Pública brasileira tem sido impulsionada pela adoção de tecnologias digitais, com destaque para o Sistema Eletrônico de Informações (SEI), que visa substituir processos baseados em papel por fluxos documentais eletrônicos. Este artigo analisa os impactos da implementação do SEI na Universidade Federal de Alfenas – UNIFAL, com foco na economia de papel e nos reflexos ambientais dessa transição. A pesquisa, de natureza descritiva e abordagem quantitativa, baseia-se na análise dos dados institucionais de consumo de papel no período de 2012 a 2024, contemplando as fases anterior, durante e posterior à implantação do sistema. Os resultados apontam uma redução significativa no consumo de papel após a adoção do SEI, evidenciando ganhos em economia de recursos e sustentabilidade institucional. A análise contribui para a compreensão de como práticas digitais podem alinhar-se aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da ONU, ao promover consumo responsável (ODS 12), mitigar impactos climáticos associados ao uso de recursos (ODS 13), reduzir pressões indiretas sobre ecossistemas terrestres (ODS 15) e fortalecer estruturas institucionais mais eficientes e transparentes no âmbito da gestão pública (ODS 16).

Palavras-chave: Administração Pública; Consumo de papel; Sustentabilidade; Transformação digital.

Abstract

The modernization of the Brazilian Public Administration has been driven by the adoption of digital technologies, particularly the Electronic Information System (SEI), which aims to replace paper-based processes with electronic document workflows. This article analyzes the impacts of SEI implementation at the Federal University of Alfenas (UNIFAL), focusing on paper savings and the environmental effects of this transition. The research is descriptive in nature and adopts a quantitative approach, based on the analysis of institutional paper consumption data from 2012 to 2024, covering the periods before, during, and after the system's implementation. The results indicate a significant reduction in paper consumption after the adoption of SEI, demonstrating gains in administrative efficiency, resource savings, and institutional sustainability. The analysis contributes to understanding how digital practices can align with the United Nations Sustainable Development Goals by promoting responsible consumption (SDG 12), mitigating climate-related impacts associated with resource use (SDG 13), reducing indirect pressure on terrestrial ecosystems (SDG 15), and strengthening more efficient and transparent institutional structures in public management (SDG 16).

Keywords: Public Administration; Paper Consumption; Sustainability; Digital Transformation

1. Introdução

A Administração Pública contemporânea encontra-se diante de um duplo desafio: responder às crescentes demandas sociais por eficiência, transparência e celeridade, ao mesmo tempo em que assume responsabilidades cada vez mais urgentes no campo da sustentabilidade ambiental. Historicamente marcada pela burocracia e pela forte dependência de documentos em papel, essa estrutura implicou custos elevados de aquisição, impressão, arquivamento e descarte, além de impactos ambientais significativos decorrentes do consumo intensivo de recursos naturais.

Modelos tradicionais de gestão documental mostraram-se onerosos, lentos e vulneráveis, reforçando a necessidade de transformação estrutural. Diante do exposto, as tecnologias da informação emergem como instrumentos fundamentais de modernização, capazes de promover maior agilidade, transparência e racionalização do uso de recursos (Silva et al., 2020; Rodrigues & Cammarosano, 2022).

A transição de fluxos documentais físicos para digitais tem se consolidado como uma estratégia central de modernização da gestão pública, ao integrar inovação tecnológica e responsabilidade socioambiental. Nesse contexto, destaca-se o Sistema Eletrônico de Informações (SEI), desenvolvido pelo Tribunal Regional Federal da 4ª Região (TRF4) em 2009 e disseminado

nacionalmente a partir de 2011 como parte do Plano Nacional de Desmaterialização de Processos (Saraiva, 2018).

O sistema foi concebido para eliminar a tramitação em papel, permitindo a criação, assinatura, envio e arquivamento de documentos em meio eletrônico, com ganhos expressivos em transparência, acessibilidade, segurança da informação e, ainda, na redução do consumo de papel. Além da agilidade e segurança, sua implementação busca reduzir custos administrativos e impactos ambientais, tornando-se referência na digitalização de processos em órgãos públicos brasileiros (Rodrigues & Cammarosano, 2022).

A relevância dessa transformação vai além da dimensão administrativa. Ao reduzir a demanda por papel, o SEI contribui diretamente para a mitigação de impactos ambientais associados ao desmatamento, ao elevado consumo de água e energia, e às emissões de gases de efeito estufa resultantes do ciclo de produção e descarte do papel. Tais benefícios alinham-se de forma clara à Agenda 2030 das Nações Unidas, em especial ao ODS 12 – Consumo e Produção Responsáveis e ao ODS 13 – Ação contra a Mudança Global do Clima, reforçando o papel das instituições públicas como agentes estratégicos no avanço das metas globais de sustentabilidade (ONU, 2019).

Além dos impactos diretamente associados ao consumo e à produção responsáveis, a redução do uso de papel no âmbito da Administração Pública também se relaciona ao Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 15, voltado à proteção dos ecossistemas terrestres. Ainda que este estudo não avalie impactos ambientais diretos sobre áreas florestais específicas, a diminuição da demanda institucional por papel contribui para reduzir a pressão sobre cadeias produtivas dependentes de recursos florestais. Assim, a digitalização administrativa pode ser compreendida como uma ação indireta de mitigação ambiental, ao atuar sobre a origem da demanda por matéria-prima (Bacab et al., 2022; Aydin & Tumay, 2023).

A incorporação do ODS 15 permite ampliar a análise para além dos efeitos imediatos da economia de recursos. Ao reduzir o consumo de papel, instituições públicas também influenciam padrões de produção e consumo em escala mais ampla. Nesse sentido, práticas administrativas internas podem gerar efeitos positivos indiretos, ao se alinharem a estratégias de preservação da biodiversidade e de uso sustentável das florestas, conforme proposto pela Agenda 2030 (Párgaru et al. 2025).

A incorporação de práticas sustentáveis à gestão pública vai ao encontro da responsabilidade institucional de liderar pelo exemplo. Governos e universidades têm papel estratégico na adoção de soluções que conciliem eficiência administrativa e compromisso ambiental (Siqueira, 2021). Nesse sentido, a implementação do SEI representa mais do que uma inovação tecnológica: trata-se de uma medida que fortalece a transparência, amplia a acessibilidade e reduz o consumo de insumos físicos, alinhando-se à lógica da sustentabilidade institucional (Silva, Alves & Junio, 2024).

Além da dimensão ambiental, a digitalização dos processos administrativos também se articula com o Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 16, que trata do fortalecimento das instituições públicas. A adoção do Sistema Eletrônico de Informações (SEI) modifica a forma como os processos são registrados e tramitados, ampliando o controle, a rastreabilidade e o acesso às informações. Dessa forma, a digitalização contribui para maior transparência e para o aprimoramento da governança institucional (Gutiérrez-Goiria & Amiano-Bonatxea, 2022).

A relação com o ODS 16 também permite compreender a sustentabilidade institucional para além da redução de custos ou de insumos físicos. Sistemas digitais favorecem a padronização de procedimentos, a preservação da memória administrativa e a continuidade dos processos, aspectos relevantes em instituições públicas complexas, como universidades federais. Assim, a transformação digital analisada neste estudo contribui para estruturas administrativas mais estáveis e alinhadas às demandas de longo prazo da gestão pública (Salache et al. 2024).

O impacto ambiental do consumo de papel é amplamente documentado. A cadeia produtiva envolve desmatamento, elevado consumo de água e energia, uso de produtos químicos e emissões de poluentes atmosféricos e efluentes líquidos (Scarpati, 2022; IBÁ, 2019). Estima-se que a demanda global por papel contribua significativamente para a perda de biodiversidade e para a intensificação das mudanças climáticas. Embora a reciclagem e a gestão eficiente de resíduos atenuem parte desses impactos, é a redução do consumo por meio da digitalização — que se mostra mais eficaz para enfrentar o problema em larga escala (Silva et al., 2015).

A literatura aponta que a digitalização administrativa pode ser entendida como uma forma de “desmaterialização institucional”, em que funções organizacionais são mantidas ou ampliadas com menor uso de recursos físicos (Von Weizsäcker et al., 2009). Ao reduzir drasticamente o consumo de papel, o SEI se insere nesse movimento global de transformação, contribuindo para os compromissos da Agenda 2030 da ONU, especialmente no que se refere ao ODS 12 – Consumo e Produção Responsáveis e ao ODS 13 – Ação contra a Mudança Global do Clima.

Estudos recentes têm evidenciado que a transição para sistemas digitais e processos administrativos sem papel no ensino superior tem sido associada a ganhos de eficiência, sustentabilidade e fortalecimento institucional, especialmente em contextos impulsionados pela pandemia de COVID-19 (Kayanja et al., 2025). Pesquisas sobre transformação digital em instituições de ensino superior também apontam que a adoção de tecnologias digitais contribui para melhorias nos processos administrativos e operacionais, promovendo maior agilidade, redução de custos e integração de serviços, o que fortalece a capacidade institucional de resposta a desafios contemporâneos (Bravo-Jaico et al., 2025). Esses achados reafirmam que a mudança tecnológica não apenas favoreceu a continuidade das atividades acadêmicas e administrativas durante a pandemia, mas também acelerou a modernização das rotinas institucionais rumo a modelos mais sustentáveis e eficientes.

Ainda assim, embora a digitalização já seja reconhecida como um vetor de modernização administrativa, permanecem escassos os estudos que mensuram de forma objetiva seus impactos econômicos e ambientais em instituições públicas de ensino superior brasileiras. Nesse sentido, avaliar a implementação do SEI em uma universidade federal representa não apenas a oportunidade de identificar economias financeiras e de recursos naturais, mas também de compreender como políticas digitais podem induzir mudanças culturais e estruturais de longo prazo.

Assim, o presente estudo tem como objetivo avaliar os impactos econômicos e ambientais da redução do uso de papel após a implementação do SEI na Universidade Federal de Alfenas - UNIFAL- MG, considerando o período de 2012 a 2024. Busca-se, dessa forma, oferecer subsídios técnicos e metodológicos sobre como a digitalização administrativa pode se consolidar como política pública eficaz, capaz de aliar eficiência organizacional, sustentabilidade ambiental e alinhamento às metas internacionais de desenvolvimento sustentável.

2. Material e Métodos

Tipo de estudo

Considerando as especificidades do tema e dos propósitos deste estudo, foi conduzida uma investigação descritiva, empregando uma metodologia de abordagem quantitativa. O método quantitativo proporciona uma base sólida e precisa para argumentação, aumentando a segurança e confiabilidade dos resultados. Foram realizadas estatísticas descritivas, incluindo frequência, percentuais, médias e desvios padrão na análise de dados (Marconi & Lakatos, 2011).

Essa abordagem é utilizada para analisar grandes conjuntos de informações sob uma perspectiva social, permitindo sua classificação e interpretação por meio de variáveis mensuráveis (Minayo & Sanches, 1993).

Local do estudo

A pesquisa foi realizada na UNIFAL-MG, instituição pública federal de ensino superior brasileira localizada no sul de Minas Gerais. A universidade adotou o Sistema Eletrônico de Informações (SEI) como principal plataforma de gestão documental.

Objeto de estudo

O objeto deste estudo foi o impacto do Sistema Eletrônico de Informação – SEI, da UNIFAL no que se refere ao consumo de papel após sua implementação. Em maio de 2017, foi publicada portaria instituindo uma comissão responsável pela implantação e acompanhamento do Sistema Eletrônico de Informações (SEI) na universidade, composta por servidores de diferentes setores. Os trabalhos desenvolvidos por essa comissão resultaram, em 2 de maio de 2018, na publicação da Portaria nº 926, que oficializou a adoção do SEI no âmbito institucional e regulamentou sua gestão e uso. Posteriormente, em 14 de maio de 2018, foi editada nova portaria designando os membros do Comitê Gestor do SEI, instância responsável pela administração e manutenção do sistema, conforme estabelecido na Portaria nº 926/2018.

Coleta

O presente estudo caracteriza-se como uma pesquisa descritiva, de abordagem quantitativa, com delineamento observacional e longitudinal, baseada na análise de dados secundários extraídos

dos sistemas integrados da Universidade. Teve como objetivo mensurar as compras e o consumo de papel no período de 13 anos, compreendendo os anos de 2012 a 2017, anteriores à implantação do SEI, o ano de 2018, correspondendo à fase de implementação e transição, e o intervalo de 2019 a 2024, posterior à consolidação do sistema.

Para compreender com profundidade os impactos da digitalização sobre o consumo de papel na UNIFAL-MG, foi necessário observar a evolução deste indicador ao longo do tempo, considerando não apenas a adoção de novas tecnologias, mas também os contextos institucionais e sociais que influenciaram esse processo. Assim, optou-se por dividir a análise em três períodos distintos, cujas características ajudam a delimitar as fases mais relevantes dessa transição. Essa segmentação temporal permite não apenas comparar cenários, mas também identificar com maior precisão os efeitos diretos da implantação do Sistema Eletrônico de Informações (SEI) e os impactos de eventos excepcionais, como a pandemia de COVID-19, sobre a dinâmica administrativa da universidade.

Considerou-se, dessa forma, o período pré-SEI, de 2012 a 2017, por corresponder aos anos em que a tramitação documental na UNIFAL-MG era realizada predominantemente em meio físico. Nesse intervalo, o consumo de papel era determinado por rotinas administrativas tradicionais, dependentes de impressões, arquivamentos e protocolos manuais. A análise dessa fase permite estabelecer uma base comparativa, evidenciando os padrões de consumo de papel em um cenário anterior à digitalização dos processos, servindo como parâmetro para avaliar os impactos das mudanças tecnológicas posteriores.

A fase pós-SEI, de 2018 a 2024, engloba o período imediatamente posterior à implantação do Sistema Eletrônico de Informações, marco institucional que introduziu a tramitação digital de documentos na universidade. A relevância desse recorte temporal reside na possibilidade de mensurar os efeitos diretos do SEI sobre o consumo de papel, verificando se a substituição do meio físico pelo eletrônico se traduziu efetivamente em economia material. Este recorte também permite observar como a instituição se adaptou ao novo sistema, tanto do ponto de vista estrutural quanto cultural, ao longo dos anos subsequentes.

Por fim, no período da pandemia mundial de COVID-19, entre 2020 e 2021, houve uma intensificação do uso de plataformas digitais e uma consequente redução no uso de papel, independentemente de políticas institucionais específicas. Esta fase permite compreender os efeitos extraordinários de um fator externo sobre o consumo de papel e ajuda a distinguir o que foi resultado da digitalização planejada (SEI) e o que decorreu das adaptações emergenciais provocadas pela pandemia.

Para obter as informações da coleta indireta dos dados, a pesquisadora contou com o software desenvolvido pelo Núcleo de Tecnologia da Informação da Universidade Federal de Alfenas, utilizado pelo setor de almoxarifado central, no qual são registrados todos os dados referentes às compras e retiradas de papel para consumo. Os dados coletados foram compilados e organizados digitalmente. As análises estatísticas foram realizadas utilizando o software R, um ambiente livre e de código aberto amplamente empregado para computação estatística, análise de dados e geração de gráficos, que oferece uma ampla variedade de pacotes para modelagem, visualização e tratamento de grandes bases de dados.

Tratamento e análise dos dados

Para o tratamento dos dados foi realizada análise de séries temporais. Uma série temporal é qualquer conjunto de observações ordenadas no tempo (Morettin, 2018).

Os dados coletados possibilitaram inferir a taxa global, por meio dos seguintes cálculos, onde:

$$T_i = \frac{u_i}{N_{f,i} + N_{g,i} + N_{h,i}}$$

i = ano em que o papel foi consumido

T_i = taxa global de consumo de papel durante o ano i

u_i = consumo total de papel no ano i

N = população de pessoas em um determinado segmento, onde N_f = servidores, N_g = graduandos e N_h = pós-graduandos

Dessa forma, a distinção analítica entre período pré-pandêmico, pandêmico e pós-pandêmico, associada ao uso da taxa global como indicador relativo, fortalece a validade interna do estudo. Essa estratégia metodológica permite isolar o efeito estrutural da política de digitalização implementada via SEI, ao mesmo tempo em que reconhece a influência de choques externos temporários.

Tal abordagem está alinhada às discussões contemporâneas sobre mudança organizacional e desmaterialização institucional, nas quais a sustentabilidade é compreendida como resultado de transformações duradouras nos padrões de uso de recursos, e não apenas de respostas episódicas a crises (Lewin, 1947; von Weizsäcker et al., 2009).

Para complementar a análise descritiva apresentada, aplicou-se um Modelo Linear Generalizado (MLG) com distribuição normal inversa e função de ligação identidade, considerando como variáveis explicativas a implementação do SEI e o período pandêmico. Enquanto a análise descritiva apresentada anteriormente cumpre a função de caracterizar o comportamento histórico do consumo de papel, a etapa a seguir avança para uma abordagem inferencial baseada em modelagem estatística.

3. Resultados e Discussão

A Tabela 1 apresenta a evolução do consumo de papel na UNIFAL-MG entre 2012 e 2024, bem como os custos associados à aquisição desse insumo, considerando também a variação do número de discentes e servidores ao longo do período. Observa-se que, nos anos anteriores à implementação do SEI, o consumo anual manteve-se em patamares elevados e relativamente estáveis, refletindo a forte dependência de processos administrativos baseados em documentos físicos.

Tabela 1: Evolução do consumo de papel e dos custos associados na UNIFAL-MG (2012–2024)

Ano	Discentes Graduação	Discentes Pós- Graduação	Servidores	Consumo de papel(resmas)*	Valor da resma (abril 2025)	Valor total por ano
2012	5.543	214	700	3.807	R\$ 21,30	R\$ 81.089,10
2013	6.096	353	752	4.292	R\$ 21,30	R\$ 91.419,60
2014	6.215	623	826	4.526	R\$ 21,30	R\$ 96.403,80
2015	6.110	721	887	3.697	R\$ 21,30	R\$ 78.746,10
2016	6.188	892	895	3.759	R\$ 21,30	R\$ 80.066,70
2017	5.952	901	906	3.761	R\$ 21,30	R\$ 80.109,30
2018	5.874	843	926	3.304	R\$ 21,30	R\$ 70.375,20
2019	6.028	876	967	2.818	R\$ 21,30	R\$ 60.023,40
2020	6.405	994	934	976	R\$ 21,30	R\$ 20.788,80
2021	6.111	932	971	996	R\$ 21,30	R\$ 21.214,80
2022	5.842	862	975	2.059	R\$ 21,30	R\$ 43.856,70
2023	5.807	980	959	2.510	R\$ 21,30	R\$ 53.463,00
2024	5.703	840	917	2.295	R\$ 21,30	R\$ 48.883,50

Nota. Resma = pacote de papel contendo 500 folhas. A taxa global expressa o consumo médio de papel ajustado à população institucional, incorporando discentes de graduação, discentes de pós-graduação e servidores.

Para além dos dados descritivos de valores absolutos, a análise comparativa entre os períodos pré e pós-implementação do SEI evidenciou reduções expressivas no consumo de papel. De acordo com Jackson (2009) e Von Weizsäcker et al. (2009), a taxa global de consumo de papel constitui um indicador sintético desenvolvido neste estudo com o objetivo de permitir a comparação temporal do consumo de papel independentemente das variações no tamanho da comunidade institucional. Diferentemente do uso de valores absolutos, que podem ser influenciados por oscilações demográficas, a taxa global expressa o consumo médio de papel ajustado à população institucional, incorporando discentes de graduação, discentes de pós-graduação e servidores.

Dessa forma, esse indicador possibilita avaliar a eficiência relativa do uso do papel ao longo do tempo, funcionando como uma medida padronizada que reflete mudanças estruturais nos fluxos administrativos e não apenas variações conjunturais de escala. Tal abordagem dialoga com a literatura sobre sustentabilidade institucional, que recomenda o uso de indicadores relativos para identificar ganhos de eficiência no uso de recursos, especialmente em contextos organizacionais dinâmicos (Jackson, 2009; von Weizsäcker et al., 2009). Em cenários não pandêmicos, observou-se queda de 40,4% na taxa global (de 0,52 para 0,31), acompanhada de diminuição proporcional nos custos associados e no número de árvores utilizadas na produção.

Durante a pandemia de COVID-19, a redução foi ainda mais acentuada, alcançando 63,6% (de 0,33 para 0,12). Embora parte dessa queda seja explicada pelo contexto excepcional do trabalho

remoto, os dados indicam que, mesmo após o retorno das atividades presenciais, o patamar de consumo não voltou aos níveis anteriores à adoção do SEI. Esse resultado confirma que a digitalização promoveu uma mudança estrutural e duradoura nos fluxos documentais da instituição.

É importante esclarecer que os cenários pré-SEI pandêmico apresentados nas análises estatísticas representam simulações contrafactuais utilizadas pelo modelo para isolar o efeito independente de cada variável. Embora cronologicamente a pandemia tenha ocorrido após a implementação do SEI (2020-2021 vs. 2018), o modelo estatístico permite estimar qual teria sido o consumo de papel caso a pandemia tivesse ocorrido em um cenário sem a digitalização, possibilitando assim quantificar a contribuição específica de cada fator para a redução observada.

No contexto metodológico adotado, a taxa global mostrou-se particularmente relevante para distinguir os efeitos específicos da digitalização administrativa promovida pelo Sistema Eletrônico de Informações (SEI) daqueles decorrentes de fatores externos. Os resultados indicaram que, no período não pandêmico, a simples implementação do SEI foi responsável por uma redução de aproximadamente 40,4% na taxa global de consumo de papel, evidenciando que a diminuição do uso desse insumo não se restringiu a uma resposta circunstancial, mas refletiu uma reorganização estrutural das práticas administrativas.

Durante a pandemia, a queda mais acentuada da taxa global chegando a 63,6% sendo interpretada como efeito conjuntural, decorrente da suspensão de atividades presenciais e da intensificação compulsória do uso de plataformas digitais. No entanto, a manutenção de patamares reduzidos no período pós-pandêmico reforça a hipótese de que a pandemia atuou como acelerador de um processo de mudança já em curso, e não como sua causa primária. A recuperação parcial da taxa global após 2021, sem retorno aos níveis do período pré-SEI, evidencia a consolidação de um novo equilíbrio institucional, no qual a digitalização passou a estruturar permanentemente os fluxos documentais.

A série temporal entre 2012 e 2024 revelou três pontos de inflexão marcantes. O primeiro, em 2015, sugere reduções pontuais relacionadas a iniciativas preliminares de racionalização administrativa. A análise do período pré-pandêmico assume papel central na robustez interpretativa do estudo, pois permite estabelecer uma linha de base livre dos efeitos excepcionais associados à pandemia de COVID-19. Entre 2012 e 2019, especialmente no intervalo imediatamente posterior à implementação do SEI, observa-se uma redução progressiva e consistente da taxa global, ainda em condições regulares de funcionamento institucional.

Esse recorte temporal é fundamental para evitar interpretações enviesadas que atribuam a totalidade da redução observada ao contexto pandêmico, uma vez que o declínio já se manifestava antes de 2020. Assim, o período pré-pandêmico funciona como parâmetro de comparação, para demonstrar que a digitalização planejada, e não apenas o trabalho remoto emergencial, foi determinante na redução do consumo de papel.

O segundo, mais consistente, ocorreu entre 2017 e 2019, coincidindo com a adoção efetiva do SEI em 2018, quando a taxa global caiu de 0,49 para 0,36. O terceiro, em 2020, refletiu os impactos da pandemia, com queda abrupta para 0,12. A partir de 2022, verificou-se uma estabilização em torno de 0,30, valor significativamente inferior ao período pré-SEI. Essa trajetória reforça o argumento de que a digitalização, mais do que um efeito conjuntural, estabeleceu novos padrões de eficiência documental.

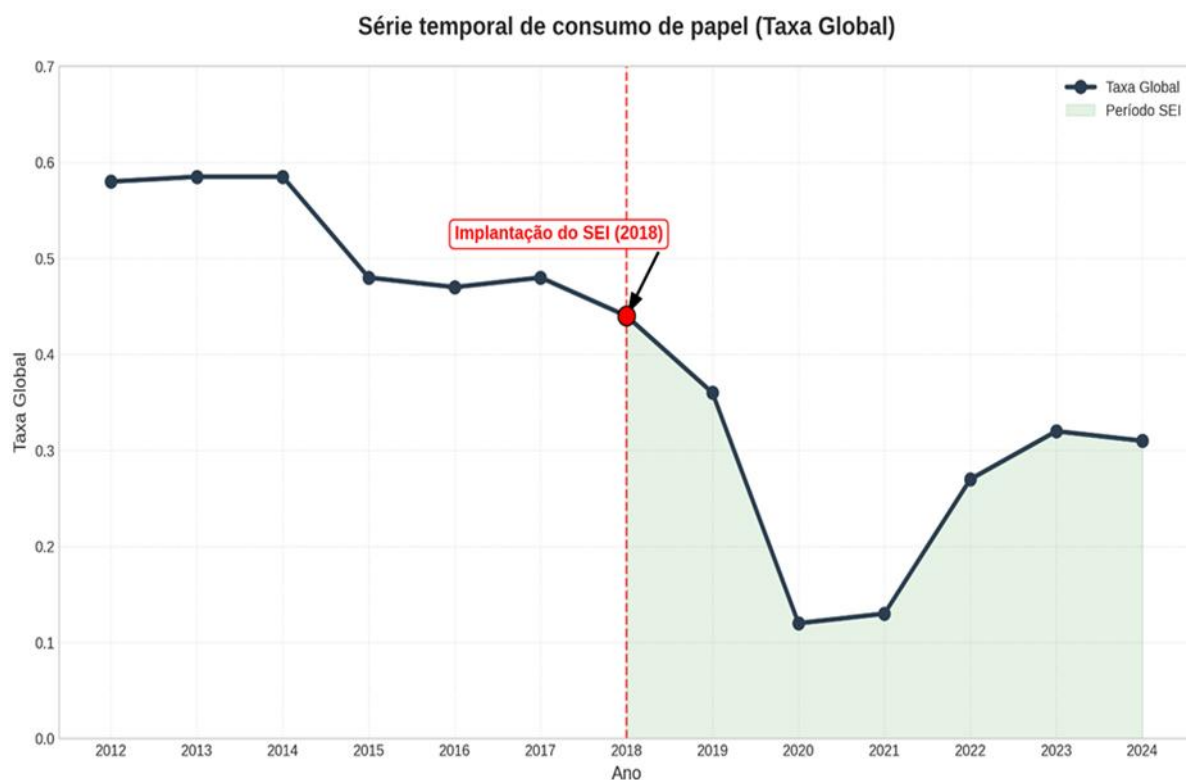


Fig. 1 Gráfico da série temporal do consumo de papel evidenciando os pontos de inflexão e a estabilidade pós-pandemia. Taxa global expressa o consumo médio de papel ajustado à população institucional.

Ao relacionar o consumo de papel com a evolução demográfica da comunidade acadêmica, observa-se um processo de dissociação entre crescimento institucional e uso de recursos. Mesmo em períodos de expansão populacional, especialmente após a implementação do Sistema Eletrônico de Informações (SEI), a taxa global de consumo de papel apresentou redução expressiva, indicando que o aumento da comunidade não foi acompanhado por maior demanda por insumos físicos. Esse padrão caracteriza o fenômeno conhecido na literatura como *decoupling*, reconhecido como um indicador de sustentabilidade institucional, ao evidenciar ganhos de eficiência no uso de recursos sem comprometimento das atividades organizacionais.

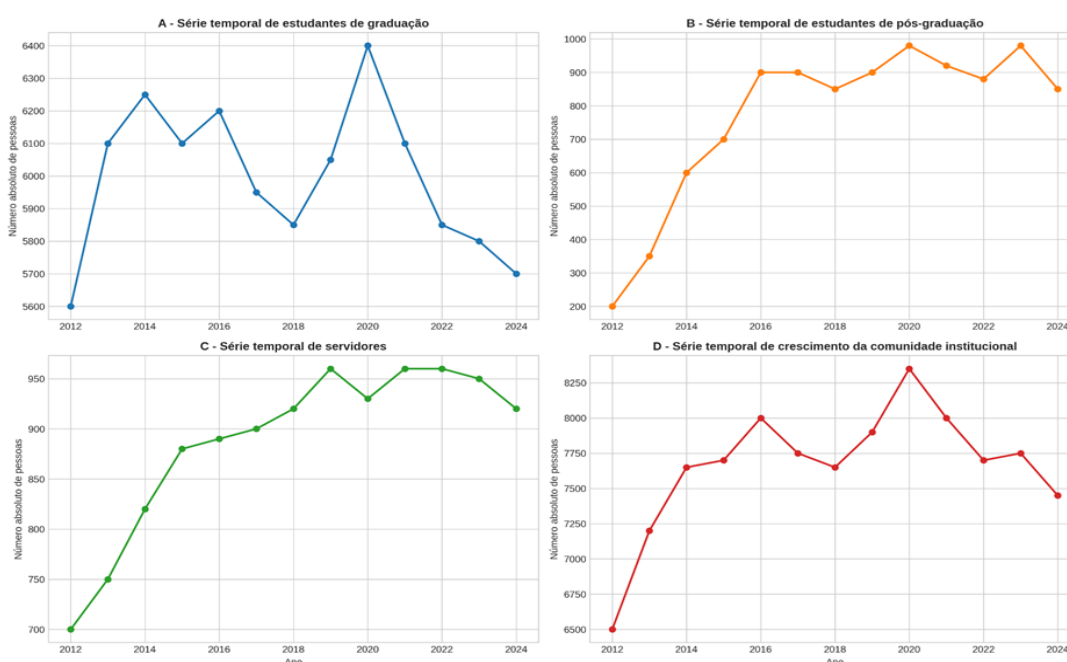


Fig. 2 Crescimento institucional para contextualizar os dados demográficos em relação à redução de papel.)

Os impactos econômicos também se mostraram relevantes. A economia acumulada no período analisado ultrapassou R\$ 68.000,00, valor que poderia ser redirecionado a outras áreas prioritárias. Em paralelo, estimou-se a preservação de mais de 60 árvores, considerando a proporção de 25 resmas por árvore. Esses resultados confirmam que o SEI não apenas racionalizou os custos administrativos, mas também contribuiu diretamente para a mitigação dos impactos ambientais da cadeia produtiva do papel, associada a desmatamento, elevado consumo de água e energia e emissões de gases de efeito estufa (Instituto Ciência Hoje, 2025).

O padrão observado sugere um processo de mudança organizacional em três estágios: a implementação incremental planejada (2018–2019), a adaptação a fatores externos, como a pandemia (2020–2021), e a estabilização em um novo equilíbrio estrutural (2022–2024). Esse modelo amplia a compreensão sobre a transformação digital no setor público e dialoga com teorias clássicas de mudança organizacional, como as propostas por Lewin (1947), ao mesmo tempo em que se aproxima do conceito de desmaterialização institucional (Von Weizsäcker et al., 2009).

Os resultados confirmam que o SEI se consolidou como uma política pública eficaz, capaz de reduzir custos, aumentar a eficiência administrativa e promover a sustentabilidade ambiental. A experiência analisada demonstra que universidades públicas podem desempenhar papel estratégico na implementação de tecnologias digitais alinhadas aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, ao promover padrões mais responsáveis de consumo e produção (ODS 12), contribuir para a mitigação dos impactos climáticos associados ao uso intensivo de recursos (ODS 13), reduzir pressões indiretas sobre ecossistemas terrestres por meio da diminuição da demanda por insumos florestais (ODS 15) e fortalecer estruturas institucionais mais eficientes, transparentes e responsáveis no âmbito da gestão pública (ODS 16).

Por fim, os achados deste estudo dialogam com evidências recentes da literatura internacional, como o trabalho de Kayanja et al. (2025), que identificou benefícios institucionais e operacionais associados à adoção de sistemas totalmente digitalizados e sem papel em instituições de ensino superior, a partir de uma abordagem qualitativa, reforçando a convergência entre os resultados aqui apresentados e tendências observadas em outros contextos.

Para isso, ajustou-se um modelo no qual a taxa global de consumo de papel é explicada pela implementação do Sistema Eletrônico de Informações (SEI) e pelo período pandêmico, permitindo isolar o efeito específico de cada um desses fatores. Os resultados dessa etapa são apresentados nas tabelas a seguir, que devem ser interpretadas de forma integrada, pois sintetizam diferentes saídas do mesmo modelo estatístico.

Tabela 2: Modelo linear generalizado para a taxa global de consumo de papel na UNIFAL-MG

Variável explicativa	b ²	Valor p ³
Intercepto	0,52	< 0,0001
SEI	-0,21	< 0,0001
Pandemia	-0,19	< 0,0001

Nota. b² = coeficiente do modelo linear generalizado; p³ = nível de significância estatística. Valores de p inferiores a 0,05 indicam efeito estatisticamente significativo.

. Modelo linear generalizado pressupondo distribuição normal inversa e função de ligação identidade

2. Coeficiente de regressão
3. Teste t de Student

O intercepto do modelo (0,52) representa a taxa global média no período pré-SEI e não pandêmico. A introdução do SEI reduziu esta taxa em 0,21 pontos, enquanto a pandemia reduziu em 0,19 pontos adicionais. Dessa forma, a predição ajustada revela taxas de 0,52 (pré-SEI, não pandêmico), 0,33 (pré-SEI, pandêmico), 0,31 (pós-SEI, não pandêmico) e 0,12 (pós-SEI, pandêmico). Essa constatação é reforçada pelos modelos estatísticos aplicados, nos quais a variável “SEI” apresentou coeficiente negativo e estatisticamente significativo, confirmando seu impacto independente sobre a trajetória de queda do consumo de papel.

Em termos de consumo absoluto de papel, o modelo estimou valores de aproximadamente 3.878 resmas no cenário pré-SEI não pandêmico, contra apenas 986 resmas no cenário pós-SEI pandêmico, o que representa uma redução de quase 75%. Mesmo controlando os efeitos contextuais

da pandemia, o impacto isolado do SEI corresponde a uma economia de cerca de 1.457 resmas/ano (redução de 37,6%), conforme Tabela 3.

Esses resultados quantitativos confirmam e fortalecem as evidências já discutidas nas análises descritivas. A magnitude dos coeficientes estimados demonstra que a digitalização por meio do SEI exerceu efeito independente e robusto sobre a redução do consumo de papel, não sendo possível atribuir a queda apenas ao contexto excepcional da pandemia.

Tabela 3 - Valores estimados para taxa global em função de SEI e pandemia

SEI	Pandemia: Não	Pandemia: Sim
Não	0,52	0,33
Sim	0,31	0,12

Nota. Os valores representam a taxa global média de consumo de papel. A tabela permite comparar os efeitos isolados e combinados da implementação do Sistema Eletrônico de Informações (SEI) e do período pandêmico sobre o consumo de papel na UNIFAL-MG.

A Tabela 4 apresenta os resultados do modelo estatístico para o consumo absoluto de papel, expresso em resmas, considerando como variáveis explicativas a implementação do SEI e o período pandêmico. O intercepto estimado (3.878 resmas) representa o consumo médio esperado no cenário pré-SEI e não pandêmico. A adoção do SEI resultou em uma redução média de 1.457,5 resmas por ano, enquanto o contexto pandêmico reduziu adicionalmente 1.434,5 resmas anuais. Ambos os efeitos foram estatisticamente significativos ($p < 0,0001$), confirmando o impacto independente e robusto dessas variáveis.

Esses resultados evidenciam que a digitalização promovida pelo SEI, por si só, foi responsável por uma redução de aproximadamente 37,6% no consumo anual de papel, mesmo em condições normais de funcionamento institucional. O efeito da pandemia, por sua vez, intensificou essa redução para patamares excepcionais, mas não anulou o impacto estrutural do SEI, que permanece como fator determinante da trajetória de queda no consumo ao longo do tempo

Tabela 4 - Associação causal de taxa global de consumo de papel com a utilização do SEI.

Variável explicativa	b ²	Valor p ³
Intercepto	3878,00	< 0,0001
SEI	-1457,50	< 0,0001
Pandemia	-1434,50	< 0,0001

Nota. b² = coeficiente do modelo linear generalizado; p³ = nível de significância estatística. Valores de p inferiores a 0,05 indicam efeito estatisticamente significativo.

1. Modelo linear generalizado pressupondo distribuição normal inversa e função de ligação identidade
2. Coeficiente de regressão
3. Teste t de Student

A Tabela 5 apresenta os valores absolutos estimados de consumo de papel, expressos em resmas, de acordo com a presença do SEI e o contexto pandêmico. No cenário pré-SEI e não pandêmico, o consumo médio foi de 3.878 resmas anuais, valor que reflete a prática administrativa fortemente baseada em documentos impressos. Com a ocorrência da pandemia, esse consumo caiu para 2.443,5 resmas, indicando o impacto imediato da suspensão de atividades presenciais e da adoção emergencial de ferramentas digitais.

No cenário pós-SEI e não pandêmico, o consumo estimado foi de 2.420,5 resmas, confirmando que a digitalização proporcionou redução estrutural de aproximadamente 37,6%, mesmo sem influência de fatores externos. Já no cenário combinado, SEI implementado em período pandêmico, o consumo caiu para apenas 986 resmas, representando uma diminuição de quase 75% em relação ao período inicial (pré-SEI, não pandêmico).

Esses resultados reforçam que a pandemia atuou como fator conjuntural de intensificação da

redução do consumo de papel, sem anular o impacto estrutural e duradouro da implementação do SEI. Após o retorno das atividades presenciais, manteve-se um patamar de consumo inferior ao período pré-SEI, demonstrando que a mudança tecnológica consolidou novos padrões administrativos menos dependentes do papel.

Tabela 5 - Valores estimados para consumo em função de SEI e pandemia

SEI	Pandemia: Não	Pandemia: Sim
Não	3878,00	2443,50
Sim	2420,50	986,00

Nota. Os valores representam o consumo médio anual de papel (em resmas). A tabela evidencia os efeitos isolados e combinados da implementação do Sistema Eletrônico de Informações (SEI) e do período pandêmico sobre o consumo absoluto de papel na UNIFAL-MG.

Os resultados apontaram coeficientes de regressão negativos e estatisticamente significativos para ambas as variáveis ($p < 0,0001$), indicando que tanto a adoção do SEI quanto a pandemia contribuíram para a redução da taxa global de consumo de papel.

Tais achados são consistentes com a literatura que associa a implementação de sistemas digitais a mudanças significativas nos padrões de consumo institucional (Mergel et al., 2019; Jabbour et al., 2013). Além disso, a robustez estatística dos modelos elimina parte das incertezas relacionadas à causalidade, fortalecendo a validade interna da pesquisa e confirmando que a digitalização constituiu um fator determinante na trajetória de desmaterialização institucional observada.

Em conjunto com a literatura, os resultados apontam para implicações teóricas e práticas. Do ponto de vista teórico, os achados contribuem para a compreensão do fenômeno conhecido como decoupling, um conceito que descreve a dissociação entre o crescimento institucional e o consumo de recursos, indicando que é possível reduzir impactos ambientais sem comprometer a continuidade das atividades organizacionais (Ariño & Wang, 2025). Sobre decoupling destaca-se que essa dissociação é bem observada quando o consumo segue queda mesmo com aumento da população institucional sendo uma condição desejável, embora ainda desafiante para sustentabilidade ecológica em larga escala (Vadén et al. 2020). Assim, os resultados desta pesquisa reforçam a ideia de que organizações como universidades podem alcançar eficiência de recursos e sustentabilidade sem perder de vista sua missão institucional, situando-se no debate contemporâneo sobre o uso eficiente de recursos no contexto de instituições de ensino superior.

A observação de que a comunidade acadêmica cresceu enquanto o consumo de papel diminuiu, mesmo em períodos de expansão, reforça a aplicabilidade desse conceito no contexto da digitalização e da sustentabilidade. Além disso, o modelo de mudança organizacional em três estágios (implementação incremental, adaptação a fatores externos e estabilização em um novo equilíbrio estrutural) proposto, dialoga com teorias clássicas de mudança organizacional, como as de Lewin (1947), e com o conceito de desmaterialização institucional (Von Weizsäcker et al., 2009).

Tabela 6- Predições de taxa global, custo e consumo de árvores

SEI	Taxa global ¹ (não pandêmico)	Taxa global ¹ (pandemia)	Custo (R\$) ² (não pandêmico)	Custo (R\$) ² (pandemia)	Árvores ³ (não pandêmico)	Árvores ³ (pandemia)
Período pré-SEI	0,52	0,33	84.790,98	53.813,88	159,23	101,05
Período com SEI implementado	0,31	0,12	50.548,47	19.567,15	94,93	36,75

Nota. ¹ Taxa global de consumo de papel ajustada ao tamanho da comunidade institucional. ² Custos estimados com aquisição de papel (em reais). ³ Estimativa do número de árvores utilizadas, considerando a proporção média de 25 resmas por árvore (Ciência Hoje, 2025).

Esses resultados reforçam que a digitalização administrativa, além de reduzir o consumo de papel, contribui indiretamente para a diminuição da pressão sobre ecossistemas terrestres e para o fortalecimento da governança institucional. Na prática, a pesquisa evidencia que o Sistema Eletrônico de Informações (SEI) se consolidou como uma política pública eficaz, capaz de promover eficiência administrativa e sustentabilidade institucional, configurando as universidades públicas como agentes estratégicos na implementação de tecnologias digitais alinhadas aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável.

A redução expressiva no consumo de papel observada após a implementação do SEI confirma uma tendência já apontada por estudos de modernização administrativa, em que a digitalização atua como vetor de eficiência e sustentabilidade (Saraiva, 2018; Rodrigues & Cammarosano, 2022). Os dados mostram que, mesmo em períodos de crescimento institucional, houve desacoplamento entre expansão da comunidade acadêmica e aumento de consumo de

recursos, caracterizando o fenômeno de decoupling descrito por Jackson (2009).

Essa dissociação é também interpretada na literatura como evidência de desmaterialização institucional (von Weizsäcker et al., 2009), fortalecendo a perspectiva de que políticas públicas de digitalização podem produzir benefícios ambientais tangíveis sem comprometer a dinâmica de crescimento organizacional.

Além do impacto ambiental, os resultados se alinham às análises de Silva et al. (2020), que destacam o papel de fatores organizacionais – como treinamento e apoio da alta gestão – na aceitação de sistemas digitais. A consistência da redução do consumo de papel, mesmo no período pós-pandêmico, sugere que a instituição não apenas adotou o SEI, mas também internalizou culturalmente novas práticas administrativas, superando resistências iniciais apontadas em estudos sobre adoção de TI no setor público. Isso reforça a ideia de que a eficácia de sistemas digitais depende tanto da infraestrutura tecnológica quanto da construção de um ambiente organizacional favorável.

No plano macro, a experiência institucional analisada dialoga com os avanços da governança digital no Brasil, cujo objetivo é ampliar a transparência, a eficiência e a participação social (Rodrigues & Cammarosano, 2022). O caso confirma, em escala local, os benefícios esperados pelo Plano Nacional de Desmaterialização de Processos, mostrando que a digitalização não apenas racionaliza custos – como evidenciado pela economia superior a R\$ 68.000,00 – mas também promove ganhos em legitimidade e alinhamento com diretrizes internacionais, como os ODS 12 e 13 da ONU. Assim, a adoção do SEI extrapola a esfera administrativa, configurando-se como instrumento de política pública capaz de induzir práticas sustentáveis.

Outro ponto relevante é o aspecto motivacional que impulsionou a adoção do SEI. Saraiva (2018) já destacava que a Lei de Acesso à Informação foi um marco para a priorização de sistemas digitais no setor público. Os resultados demonstram que esse movimento normativo não apenas viabilizou maior transparência, mas também resultou em impactos ambientais e financeiros concretos. Ao mesmo tempo, o caso da UNIFAL-MG ecoa as evidências de Scarpati (2022), que discute o alto custo ambiental da cadeia produtiva do papel. A redução da demanda por papel no ambiente institucional significa, portanto, menor pressão sobre os ecossistemas e contribui diretamente para mitigar impactos de desmatamento e emissão de carbono.

Portanto, os resultados obtidos reforçam a literatura que aponta a digitalização como mecanismo estratégico de mudança organizacional e ambiental. Eles também ampliam o debate ao fornecer evidências quantitativas que confirmam a robustez dos efeitos esperados pelo SEI: desmaterialização, eficiência econômica e sustentabilidade. Nesse sentido, a pesquisa contribui não apenas para validar empiricamente teorias de mudança organizacional e governança digital, mas também para subsidiar gestores públicos na formulação de políticas que conciliem eficiência administrativa com responsabilidade socioambiental.

Dessa forma, a economia financeira resultante da redução do consumo de papel pode ser estrategicamente realocada para áreas prioritárias da instituição, ampliando o alcance de suas ações acadêmicas e administrativas. Ao mesmo tempo, a preservação dos recursos naturais fortalece o compromisso institucional com a responsabilidade socioambiental, consolidando a digitalização não apenas como uma medida de eficiência, mas também como um pilar de sustentabilidade e de alinhamento às metas globais de desenvolvimento sustentável.

3 Conclusão

O presente estudo avaliou os impactos econômicos e ambientais decorrentes da implementação do Sistema Eletrônico de Informações (SEI) na Universidade Federal de Alfenas, com foco na redução do consumo de papel entre os anos de 2012 e 2024. Os resultados evidenciaram reduções superiores a 40% no período não pandêmico e de até 75% quando considerados os efeitos conjunturais da pandemia de COVID-19, confirmando que a digitalização administrativa se consolidou como um fator estrutural de transformação institucional.

Do ponto de vista econômico, estimou-se uma economia acumulada superior a R\$ 68.000,00, valor significativo em um contexto de restrições orçamentárias, que pode ser redirecionado para áreas estratégicas da universidade. Sob a perspectiva ambiental, a preservação de mais de 60 árvores no período analisado representa um benefício concreto e simbólico, alinhado ao compromisso da instituição com a sustentabilidade e a Agenda 2030 da ONU.

As análises estatísticas demonstraram que tanto a implementação do SEI quanto a pandemia exerceram efeitos significativos e independentes sobre o consumo de papel. Evidenciaram ainda que, mesmo com o término das restrições pandêmicas, o consumo manteve-se em patamares reduzidos, confirmando a consolidação de novos padrões administrativos menos dependentes de insumos

físicos.

Os achados contribuem para a compreensão da mudança organizacional no setor público, por meio de um modelo em três estágios: pré-implementação do SEI (2012–2017), período de transição (2018) e pós-implementação (2019–2024). Esse padrão amplia a compreensão da “desmaterialização institucional” e reforça a ideia de que transformações digitais podem induzir processos de mudança cultural e estrutural de longo prazo.

As análises demonstram, por fim, que o SEI constitui uma política pública eficaz para promover eficiência administrativa e sustentabilidade institucional. Seus efeitos sobre a redução de custos, o uso racional de recursos e a diminuição da dependência de insumos físicos alinham-se aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, ao articular consumo responsável (ODS 12), mitigação de impactos climáticos (ODS 13), redução indireta da pressão sobre ecossistemas terrestres (ODS 15) e fortalecimento da governança e da capacidade institucional (ODS 16), configurando-se como uma ferramenta replicável para outras instituições públicas.

Conclui-se, portanto, que a adoção do SEI vai além da modernização administrativa, configurando-se como um vetor estratégico de sustentabilidade institucional. Os resultados aqui apresentados reforçam a importância da digitalização como caminho para a eficiência, a responsabilidade socioambiental e a inovação no setor público, estabelecendo um precedente positivo para políticas públicas de transformação digital no Brasil.

REFERÊNCIAS

- Ariño, M. A., & Wang, H. (2025). Decoupling Resource Consumption from Economic Growth: A Comparative Study of China, Europe, and the United States. *Journal of Sustainability*, 1(2). <https://doi.org/10.55845/jos-2025-1251>
- Aydin, M., Koc, P., & Tumay, M. (2023b). Investigating the environmental Kuznets curve hypothesis with recovered paper consumption, human development index, urbanization, and forest footprint. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 20(8), 9053–9064. <https://doi.org/10.1007/s13762-023-05049-7>
- Bacab, F. C., Pacheco, J. a. A., & Pool, C. D. (2022b). Análisis del consumo de papel en una Institución de Educación Superior / Analysis of paper consumption in a Higher Education Institution. *Brazilian Journal of Animal and Environmental Research*, 5(1), 1224–1236. <https://doi.org/10.34188/bjaerv5n1-094>
- Bravo-Jaico, J., Maquen-Niño, G. L. E., Germán, N., Valdivia, C., Alarcón, R., Aquino, J., & Serquén, O. (2025b). Assessing digital transformation maturity in higher education institutions: a correlational analysis by actors and dimensions. *Frontiers in Computer Science*, 7. <https://doi.org/10.3389/fcomp.2025.1549262>
- Gutiérrez-Goiria, J., & Amiano-Bonatxea, I. (2022b). The role of public procurement in the framework of the 2030 Agenda: the approach of institutions and civil society. *Revista Internacional De Comunicación Y Desarrollo (RICD)*, 4(16). <https://doi.org/10.15304/ricd.4.16.8331>
- IBÁ, Indústria Brasileira de árvores; (org.). Relatório IBÁ 2019. [S.I]: , 2019. 80 p. Disponível em: <https://iba.org/wp-content/uploads/2025/05/relatorioiba2019-final.pdf>. Acesso em 31 de jan. 2026.
- Instituto Ciência Hoje. (2025). Com quantas árvores se faz um caderno? *Ciência Hoje*. Recuperado em [dia mês ano], de <https://chc.org.br/com-quantas-arvores-se-faz-um-caderno/>
- Jackson, T. (2009). Prosperity without Growth. <https://doi.org/10.4324/9781849774338>
- Kayanja, W., Kyambade, M., & Kiggundu, T. (2025b). Exploring digital transformation in higher education setting: the shift to fully automated and paperless systems. *Cogent Education*, 12(1). <https://doi.org/10.1080/2331186x.2025.2489800>
- Marconi, Marina de Andrade; Lakatos, Eva Maria. Metodologia do trabalho científico: procedimentos básicos, pesquisa bibliográfica, projeto e relatório, publicações e trabalhos científicos. 7. ed. – 6. reimpr. São Paulo: Atlas: 2011.
- Minayo, MCS, & Sanches, O. (1993). Quantitativo-qualitativo: oposição ou complementaridade? *Cadernos De Saúde Pública* , 9 (3), 237–248. <https://doi.org/10.1590/s0102-311x1993000300002>
- One Planet. (2019). The One Planet network - Who we are. Obtido 24 de Março de 2019, de <http://www.oneplanetnetwork.org/who-we-are>. Acesso em 31 de jan. de 2026.
- Iacob, O. C., Grătianu, E., Burlacu, S., & Angheluță, P. S. (2025b). Digitalization of public administration and its impact on sustainability in institutional consumption: An Exploratory analysis of open Government data. *New Trends in Sustainable Business and Consumption*, 60–67. <https://doi.org/10.24818/basiq/2025/11/013>
- Rodrigues, CB, & Cammarosano, FGF (2022). Governança digital. *Revista De Direito Internacional e Globalização Econômica* , 9 (9), 198–219. <https://doi.org/10.23925/2526-6284/2022.v9n9.58939>
- Salache, LA, Ribas, AJF, Salache, CF, Leonardi, EFR, Schwans, A., & Schwans, SK (2024). Os objetivos de desenvolvimento sustentável: a importância da universidade nas ações de sustentabilidade e no incentivo

- ao cumprimento da agenda 2030. *Cuadernos De Educación Y Desarrollo*, 16 (13), e7092. <https://doi.org/10.55905/cuadv16n13-173>
- Saraiva, André. A implementação do SEI – Sistema Eletrônico de Informações. Brasília: Escola Nacional de Administração Pública (ENAP), 2018. 11 p. (Coleção Casos SEGES: renovando a gestão pública). Disponível em: <http://repositorio.enap.gov.br/handle/1/3455>. Acesso em: 31 jan. 2026.
- Silva, Sabrina Emmelly Pecini da; SILVA, Juliana Giradelo da; SILVA, Felipe Angelo da; LOPES, Eduardo de Oliveira. Desenvolvimento ecosustentável: modelo de gestão ambiental para a reciclagem de papel. In: ENGEMA – ENCONTRO INTERNACIONAL SOBRE GESTÃO EMPRESARIAL E MEIO AMBIENTE, 17., 2015, São Paulo. Anais [...]. São Paulo: FEA/USP, 2015. Disponível em: <https://engemausp.submissao.com.br/17/anais/arquivos/238.pdf>. Acesso em: 31 jan. 2026.
- Silva, MDST, Correia, S. É. N., De Araújo Machado, P., & De Oliveira, VM (2020). Adoção da Tecnologia da Informação na Administração Pública: um Enfoque nos Fatores Organizacionais de uma Universidade Federal Brasileira. *Teoria E Prática Em Administração*, 10 (2), 138–153. <https://doi.org/10.21714/2238-104x2020v10i2-51923>
- Silva, AM, Alves, TR, & Junio, SDS (2024). Sustentabilidade na administração pública: ações do tribunal regional eleitoral de Rondônia. *OBSERVATÓRIO DE LA ECONOMÍA LATINOAMERICANA*, 22 (6), e5005. <https://doi.org/10.55905/oelv22n6-005>
- Scarpatti, Rayane Julio da Silva. Produção de celulose e fabricação de papel: uma intervenção pedagógica com enfoque cts/ctsa. 2022. 143 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Educação em Ciências e Matemática, Instituto Federal do Espírito Santo, Vitória, 2022. Disponível em: <https://repositorio.ifes.edu.br/server/api/core/bitstreams/6fb3115a-6ae0-4cdb-b3cf-a49d4406e1be/content>. Acesso em 31 de jan de 2026.
- Vadén, T., Lähde, V., Majava, A., Järvensivu, P., Toivanen, T., Hakala, E., & Eronen, J. (2020). Decoupling for ecological sustainability: A categorisation and review of research literature. *Environmental Science & Policy*, 112, 236–244. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2020.06.016>
- Von Weizsacker, Ernst Ulrich et al. Factor five: Transforming the global economy through 80% improvements in resource productivity. Routledge, 2009. London. ISBN: 978-1-84407-591-1.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente pesquisa analisou os efeitos da digitalização administrativa, por meio da implementação do Sistema Eletrônico de Informações (SEI), sobre o consumo de papel na Universidade Federal de Alfenas, no período de 2012 a 2024. Os resultados obtidos demonstram que a adoção do sistema promoveu uma redução expressiva e consistente no uso de papel, com queda superior a 40% em cenários não pandêmicos e chegando a aproximadamente 75% quando considerados os efeitos excepcionais do período de COVID-19. Esses achados indicam que a transformação digital não representou apenas uma resposta circunstancial, mas consolidou-se como um elemento estrutural de mudança institucional.

Na perspectiva econômica, o valor acumulado foi superior a R\$ 68.000,00 mostrando que a digitalização dos fluxos administrativos contribuiu de forma significativa para a racionalização dos gastos públicos, possibilitando o redirecionamento de recursos para áreas estratégicas da instituição. Do ponto de vista ambiental, a estimativa de preservação de mais de 60 árvores reforça o impacto positivo da redução do consumo de papel, ao mitigar pressões sobre a cadeia produtiva florestal e contribuir para a diminuição dos impactos associados à produção desse insumo.

Por fim, os resultados confirmam que o SEI se configura como uma política pública eficaz, capaz de integrar eficiência administrativa e responsabilidade socioambiental. Ao reduzir custos, racionalizar o uso de recursos e minimizar a dependência de insumos físicos, a experiência analisada mostra-se alinhada aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, especialmente aos ODS 12, 13, 15 e 16. Assim, a adoção do SEI ultrapassa a dimensão tecnológica e se consolida como um instrumento estratégico para a promoção da sustentabilidade institucional, servindo de referência para outras organizações públicas interessadas em avançar na agenda de transformação digital no Brasil.

REFERÊNCIAS

ANGELOCCI, Marina Ariento; PEREIRA, Bruno Gomes; MARTUCCI, Karina Cassia; TSUDA, Agnes Misao Corazza. DESEJABILIDADE SOCIAL APLICADA AO CAFÉ SUSTENTÁVEL. **Revista Científica do Itpac**, [S.L.], v. 14, n. 2, p. 2-8, 2021. Even3. <http://dx.doi.org/10.29327/231587.14.2-1>.

CARDOSO, Silvia Karina Alves Barros; PEDERNEIRAS, Maria Marcleide Macêdo. Consumo e produção responsáveis na agenda 2030 e o urgente compromisso em adequá-los às contratações públicas. **Revista de Gestão e Secretariado (Management And Administrative Professional Review)**, [S.L.], v. 14, n. 4, p. 4656-4668, 10 abr. 2023. Brazilian Journals. <http://dx.doi.org/10.7769/gesec.v14i4.1931>.

CARVALHO, Francisco Toniolo de. A AGENDA 2030 PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DA ONU E SEUS ATORES: o impacto do desenvolvimento sustentável nas relações internacionais.. **Confluências | Revista Interdisciplinar de Sociologia e Direito**, [S.L.], v. 21, n. 3, p. 5, 11 dez. 2019. Pro Reitoria de Pesquisa, Pos Graduacao e Inovacao - UFF. <http://dx.doi.org/10.22409/conflu.v21i3.34665>. Acesso em 02 de fev. 2026.

DUARTE, Zeny. **Preservação de documentos: métodos e práticas de salvaguarda**. 3. ed. rev. e ampl. Salvador: EDUFBA, 2009. 166 p. il. Tradução de: Preservation: survival kit. Apresentação de Robert Howes. ISBN 978-85-232-0569-0. Disponível em: file:///C:/Users/valqu/Desktop/DISSERTA%C3%87%C3%83O%20DANIELA%20UNIFAL/preservacao-de-documentos-3ed_repositorio.pdf. Acesso em: 31 jan. 2026.

ELKINGTON, John. **Sustentabilidade: canibais com garfo e faca**. São Paulo: M.Books, 2011. 488 p.

IBá, Indústria Brasileira de árvores; (org.). Relatório IBá 2019. [S.I]: , 2019. 80 p. Disponível em: <https://iba.org/wp-content/uploads/2025/05/relatorioiba2019-final.pdf>. Acesso em 31 de jan. 2026.

ONE PLANET. (2019). **The One Planet network - Who we are**. Obtido 24 de Março de 2019, de <http://www.oneplanetnetwork.org/who-we-are>. Acesso em 31 de jan. de 2026.

RODRIGUES, Cristina Barbosa; CAMMAROSANO, Flávia Giorgini Fusco. Governança digital: avanços e desafios do processo administrativo eletrônico no Brasil. **Revista de Direito Internacional e Globalização Econômica**, [S.L.], v. 9, n. 09, p. 198-219, 2022. <https://doi.org/10.23925/2526-6284/2022.v9n9.58939>

SACHS, Ignacy. **Caminhos para o desenvolvimento sustentável**. Editora Garamond, 2000. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=Evor4GwUmg4C&oi=fnd&pg=PA11&dq=Caminhos+para+o+desenvolvim>

[ento+sustent%C3%A1vel.&ots=S8FY04JdN2&sig=-TduOMeOkp-dAHCVinNQj12b0oY#v=onepage&q=Caminhos%20para%20o%20desenvolvimento%20sustent%C3%A1vel.&f=false](#). Acesso em 31 e3 jan. 2026.

SARAIVA, André. A implementação do SEI – Sistema Eletrônico de Informações. Brasília: **Escola Nacional de Administração Pública (ENAP)**, 2018. 11 p. (Coleção Casos SEGES: renovando a gestão pública). Disponível em: <http://repositorio.enap.gov.br/handle/1/3455>. Acesso em:31 jan. 2026.

SILVA, Sabrina Emmelly Pecini da; SILVA, Juliana Giradelo da; SILVA, Felipe Angelo da; LOPES, Eduardo de Oliveira. Desenvolvimento ecosustentável: modelo de gestão ambiental para a reciclagem de papel. In: ENGEMA – ENCONTRO INTERNACIONAL SOBRE GESTÃO EMPRESARIAL E MEIO AMBIENTE, 17., 2015, São Paulo. **Anais** [...]. São Paulo: FEA/USP, 2015. Disponível em: <https://engemausp.submissao.com.br/17/anais/arquivos/238.pdf>. Acesso em: 31 jan. 2026.

SILVA, Leandro Gonçalves; SOUZA, Rosália Beber de. A gestão de documentos e tramitação de processos na administração pública, com a utilização do Sistema Eletrônico de Informações – SEI. **Múltiplos Olhares em Ciência da Informação, Belo Horizonte**, [S.L.], v. 10, n. 1, p. 1-17, 12 ago. 2020. <https://doi.org/10.35699/2237-6658.2020.25838>

SILVA, Maria do Socorro Torres; CORREIA, Suzanne Érica Nóbrega; MACHADO, Petruska de Araújo; OLIVEIRA, Verônica Macário de. Adoption of information technology in public administration: A focus on the organizational factors of a Brazilian federal university. **Teoria e Prática em Administração**, [S.L.], v. 10, n. 2, p. 138-153, 2020. : <http://dx.doi.org/10.21714/2238-104X2020v10i2-51923>

SILVA, Alecsandro Marian da; ALVES, Tânia Rozimar; JUNIO, Samuel dos Santos. Sustentabilidade na administração pública: ações do tribunal regional eleitoral de rondônia. **Observatório de La Economía Latinoamericana**, [S.L.], v. 22, n. 6, p. 1-27, 3 jun. 2024. South Florida Publishing LLC. <http://dx.doi.org/10.55905/oelv22n6-005>.

SIQUEIRA, Erica Hevellin da Silva. **Sustentabilidade no contexto empresarial, governamental e da sociedade civil**. São Paulo: Saraiva, 2021. E-book. Disponível em: <https://minhabiblioteca.com.br/catalogo/livro/84759/sustentabilidade-no-contexto-empresarial-governamental-e-da-sociedade-civil/>. Acesso em: 31 de jan 2026. ISBN 978-65-89881-82-7.

SCARPATI, Rayane Julio da Silva. **Produção de celulose e fabricação de papel: uma intervenção pedagógica com enfoque cts/ctsa**. 2022. 143 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Educação em Ciências e Matemática, Instituto Federal do Espírito Santo, Vitória, 2022. Disponível em: <https://repositorio.ifes.edu.br/server/api/core/bitstreams/6fb3115a-6ae0-4cdb-b3cf-a49d4406e1be/content>. Acesso em 31 de jan de 206.