

# DESMATAMENTO NA AMÉRICA DO SUL: UMA ANÁLISE ECONOMÉTRICA DA RELAÇÃO ENTRE PRODUÇÃO DE ALIMENTOS, URBANIZAÇÃO E DESENVOLVIMENTO HUMANO\*

## DEFORESTATION IN SOUTH AMERICA: AN ECONOMETRIC ANALYSIS OF THE RELATIONSHIP BETWEEN FOOD PRODUCTION, URBANIZATION, AND HUMAN DEVELOPMENT

Thiago Santos da Silva\*\*

**Resumo:** O presente artigo acadêmico aborda a complexa relação entre a produção de alimentos, o crescimento da população urbana, o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) e o desmatamento na América do Sul. A pesquisa utiliza uma análise econométrica para investigar como essas variáveis estão interconectadas e como afetam o meio ambiente e o bem-estar humano na região. Os resultados indicam que o aumento na produção de cereais e na população urbana está associado à perda de área florestal, enquanto um maior IDH está relacionado ao aumento da área florestal. Esses achados ressaltam a importância de políticas de desenvolvimento econômico sustentável e de modelos agroecológicos que priorizem a conservação ambiental. Além disso, o artigo enfatiza a necessidade de cooperação internacional para lidar com os desafios globais relacionados ao desmatamento e à sustentabilidade. Em última análise, o estudo destaca a importância crítica de abordar o desmatamento na América do Sul e como a análise econométrica pode fornecer insights valiosos para a formulação de políticas e práticas sustentáveis na região, visando à preservação do meio ambiente e ao bem-estar das gerações futuras.

**Palavras-chave:** Desmatamento; América do Sul; Sustentabilidade ambiental; Índice de Desenvolvimento Humano (IDH); Análise econométrica.

**Abstract:** This academic article addresses the complex relationship between food production, urban population growth, the Human Development Index (HDI) and deforestation in South America. The research uses an econometric analysis to investigate how these variables are interconnected and how they affect the environment and human well-being in the region. The results indicate that an increase in cereal production and urban population is associated with the loss of forest area, while a higher HDI is related to an increase in forest area. These findings highlight the importance of sustainable economic development policies and agroecological models that prioritize environmental conservation. Furthermore, the article emphasizes the need for international cooperation to address global challenges related to deforestation and sustainability. Ultimately, the study highlights the critical importance of addressing deforestation in South America and how econometric analysis can provide valuable insights for formulating sustainable policies and practices in the region, aimed at preserving the environment and well-being of people. future generations.

**Keywords:** Deforestation; South America; Environmental sustainability; Human Development Index (HDI); Econometric analysis.

**Classificação JEL:** Q23; Q56; O13; C5

\*Submissão: 18/05/2023 | Aprovação: 29/11/2023 | Publicação: 24/02/2024 | DOI: [10.54805/RCE.2527-1180.v7i1135](https://doi.org/10.54805/RCE.2527-1180.v7i1135)

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

\*\*\*Universidade Federal de Santa Maria | E-mail: [thiago.santos@acad.ufsm.br](mailto:thiago.santos@acad.ufsm.br) | ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9095-3339>

## 1 Introdução

A América do Sul e Central detém a maior parte das florestas tropicais remanescentes do mundo. Mais de 97% das florestas desta região são encontradas na América do Sul, incluindo a maior floresta tropical do mundo, a Amazônia, com maior biodiversidade. Entre o ano de 2000 a 2005 sabe-se que foram desmatados 4,3 milhões de hectares por ano e a maior dessas perdas foi na floresta amazônica, no qual as maiores extensões de floresta são desmatadas em função da pecuária, plantações de soja e agricultura de subsistência.

Com base nos dados fornecidos pelo Censo Agropecuário conduzido pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2006), é observado que os 5.175.489 estabelecimentos agropecuários ocuparam uma extensão territorial total de 329.941.393 hectares, o que corresponde a aproximadamente 36,75% da área geográfica do Brasil, avaliada em 851.487.659 hectares. Notavelmente, quando comparado ao Censo de 1995, foi identificada uma redução de 23.659.882 hectares na área abrangida pelos estabelecimentos agropecuários, equivalente a uma diminuição de 6,69%.

A produção de soja no território brasileiro tem demonstrado um aumento notório nas últimas décadas. Este crescimento, contudo, não se deve exclusivamente aos avanços tecnológicos empregados na produção, mas também à expansão das áreas de cultivo em todas as regiões do país. Registrou-se um avanço marcante na região Norte do país, com uma taxa anual de crescimento de 22,4% na área destinada ao cultivo de soja (ZEFERINO & MARTINS, 2013, p. 1). O Centro-Oeste também se destacou como uma região onde o cultivo de soja teve um aumento considerável.

O bioma Cerrado, devido às suas características de clima seco e topografia plana, proporcionou condições ideais para o cultivo de soja (ZEFERINO & MARTINS, 2013, p. 2). A região da Amazônia Legal, que compreende uma vasta área, testemunhou um substancial aumento na área dedicada às culturas, incluindo a soja. A expansão contínua do cultivo de soja no Brasil foi impulsionada, em grande parte, pela demanda internacional por essa cultura, além do aumento no consumo de alimentos e biocombustíveis. Nesse contexto, o óleo de soja assumiu um papel relevante como matéria-prima essencial na produção de biocombustíveis, notadamente o biodiesel.

De acordo com Butler (2020), desde 2002, um total de 60 milhões de hectares de floresta primária já foram devastados. Um estudo realizado no Pará revelou que, nessa região, 70% da exploração madeireira ocorre de forma ilegal. Além do desmatamento, é importante ressaltar que práticas de extração de madeira ilegais também ocorrem em larga escala. A comunidade científica expressa séria preocupação quanto à possibilidade de aumento na perda florestal, devido a condições climáticas progressivamente mais secas. Tal processo pode ser desencadeado pela remoção das florestas tropicais, uma vez que estas desempenham um papel crucial no equilíbrio hídrico. A sua degradação acarreta consequências imprevistas, incluindo desequilíbrios ambientais, que, por sua vez, contribuem significativamente para o fenômeno do aquecimento global.

As florestas primárias tropicais, por serem ecossistemas ricos em carbono e biodiversidade, são consideradas pela comunidade científica como particularmente prejudiciais quando destruídas, resultando em perdas significativas tanto em termos de biodiversidade quanto em emissões de carbono (BUTLER, 2020). Em alguns anos, as emissões provenientes do desmatamento e da degradação de florestas tropicais e áreas de turfa podem superar as emissões combinadas de todo o setor de transporte.

A América do Sul enfrentou um decréscimo de 16% em sua cobertura florestal no período de 1985 a 2018. Durante esse intervalo, observou-se um aumento de 56% nas áreas de uso extensivo, tais como pastagens, lavouras e reflorestamentos (ZALLES *et al.*, 2021). De forma mais específica, a área de pastagens cresceu em 16%, a área destinada a lavouras aumentou em impressionantes 160%, e a área de reflorestamentos expandiu-se em quase 300%. Neste cenário, o Brasil destacou-se como o principal país a realizar desmatamento, em virtude de sua extensão territorial ser maior que a dos demais países sul-americanos. As áreas com alterações de solo ou vegetação cresceram em 64%, incluindo o crescimento das áreas urbanas, as quais aumentaram de pouco mais de 240 milhões de hectares para quase 400 milhões de hectares, sendo grande parte dessas áreas anteriormente cobertas por matas nativas dos principais biomas.

O aumento da capacidade de monitoramento das mudanças na superfície terrestre por meio de observações baseadas em satélites foi importante por conta da crescente taxa de transformações ambientais causadas pelo ser humano (ZALLES *et al.*, 2021). O aumento da população global, o desenvolvimento econômico e a interconexão crescente entre as nações têm gerado uma demanda crescente por produtos como alimentos, madeira, minerais e combustíveis, cuja produção implica na transformação e apropriação de ecossistemas naturais por meio de mudanças no uso e na cobertura do solo. Essas mudanças no uso e na cobertura do solo representam o principal fator de alteração da superfície terrestre em escala global e são os impactos mais significativos da atividade humana sobre o meio ambiente, com implicações para o funcionamento dos ecossistemas, ciclos biogeoquímicos e processos biofísicos, entre outros. A degradação das áreas naturais também possui importantes consequências, embora menos quantificadas.

Este estudo tem como objetivo realizar uma análise econométrica da relação entre a degradação florestal e diversos fatores em países sul-americanos, notadamente a produção de cereais e a expansão urbana. Adicionalmente, almeja-se incorporar variáveis de controle, tais como parâmetros relacionados à participação cidadã e accountability (voz), níveis estimados de controle de corrupção e o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) nos países da América do Sul.

A razão subjacente a tal fenômeno reside na conformação do modelo estabelecido de desenvolvimento econômico adotado por países em estágios de desenvolvimento, o qual tende a exercer um impacto exacerbado sobre os recursos naturais limitados. Este fenômeno, por conseguinte, propicia um declínio acentuado na cobertura florestal, repercutindo diretamente na redução da biodiversidade.

A amostra em questão abrange um conjunto de nações, notadamente o Brasil, Paraguai, Venezuela, Peru, Argentina, Equador, Uruguai, Chile, Bolívia e Colômbia. O período de análise compreende o decênio de 2005 a 2015, utilizando dados de acesso público obtidos junto ao Banco Mundial. A presente investigação toma por base a pesquisa anterior de Chang (2017), a qual se dedicou a investigar a problemática da perda de florestas na América Central no contexto do crescimento industrial, fazendo uso de métodos econométricos. O estudo apresenta, assim, uma abordagem argumentativa a respeito dos desafios ambientais concernentes à preservação dos recursos naturais.

A hipótese do trabalho é de que a migração urbana e a produção de cereais possam impactar a perda de florestas, pois a área utilizada para produção de cereais era uma floresta outrora e a migração urbana implica num maior consumo de alimentos que não são produzidos pelas famílias que consomem. A produção de alimentos em larga escala implica em uma agricultura mecanizada com utilização de pesticidas que fazem mal tanto para o ser humano que consome quanto para o solo que absorve os agrotóxicos. O que se supõe é que a produção de cereais e o crescimento urbano impactem a perda de riquezas naturais como as florestas e com elas toda a biodiversidade. Os resultados desta pesquisa são de interesse para os formuladores de políticas, ONGs e ambientalistas da América do Sul.

Esta pesquisa busca responder às seguintes perguntas por meio de uma análise quantitativa:

1. Quanto a produção de cereais impacta na redução de cobertura florestal?
2. A migração urbana implica na redução de cobertura florestal?
3. Um aumento no Índice de Desenvolvimento Humano contribui com o mantimento das florestas?

A estratégia empírica será descrita e explicada em detalhes com o fornecimento de equação funcional envolvendo os devidos fatores de consideração. O resultado da análise dos dados em painel serão apresentados em forma de tabela. Por fim, este trabalho realiza interpretações sobre o modelo econométrico aplicado e indica as implicações das atuais atividades de desenvolvimento econômico e como podem ser melhoradas para evitar mais desmatamento na América do Sul. A próxima seção aborda a contribuição dos autores acerca de investigações sobre o desenvolvimento econômico e a perda de área florestal.

## 2 METODOLOGIA

Com o objetivo de identificar a relação entre a produção de cereais, o crescimento urbano e o desmatamento, 10 países da América do Sul foram selecionados para apresentar uma análise econométrica com base em dados em painel entre 2005-2015. Os dados utilizados foram coletados por meio do Banco de Dados do Banco Mundial e da Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO) com o objetivo de garantir a conclusão dos dados e a medição coerente entre os países da região estudada. Os 11 anos de dados são usados para uma avaliação sobre a tendência de mudanças em termos de diferentes resultados de produção e indicadores ambientais, com o objetivo de moldar o quadro geral do desenvolvimento regional. Abaixo fonte das variáveis:

FA – Área Florestal – variável em nível. Fonte: Banco Mundial (2022a) & FAO – 2005-2015;

CP – Produção de Cereais medidas em toneladas métricas, escala logarítmica – Fonte: Banco Mundial (2022b) & FAO – 2005-2015;

UP – População Urbana medida como percentual da população total do país. Variável medida em nível. – Fonte: Banco Mundial (2022c) & FAO – 2005-2015;

HDI – Índice de desenvolvimento humano. Variável em nível. Fonte: ONU – 2005-2015.

### 2.1 Contribuições da Literatura Econométrica na Análise da Relação entre Desenvolvimento Econômico, Desmatamento e Sustentabilidade Ambiental

Dentre os estudos econométricos que contribuiram com a temática, o trabalho mais recente encontrado foi de Chang Chia-Wei (2017), sobre a relação entre o crescimento econômico e desmatamento na América Central e Caribe comparado com o avanço industrial nestes países. Chang (2017) teve seu fundamento em trabalhos de Pare's-Ramos *et al.* (2008), que escreveu sobre o abandono agrícola, crescimento suburbano e expansão florestal em Porto Rico entre os anos de 1991 e 2000, e Dourojeanni (1999), que escreveu sobre o Futuro das Florestas Naturais na América Latina.

Dourojeanni (1999) empreendeu uma investigação que se debruçou sobre as tendências relacionadas ao desmatamento e à degradação florestal nas décadas anteriores, no contexto da América Latina. O seu escopo de pesquisa estava intrinsecamente

ligado à preocupação com o paradigma do desenvolvimento sustentável. O autor assertivamente postulou que as disparidades sociais e a persistente pobreza emergem como elementos primordiais instigadores da perda de extensas áreas florestais. Esses fenômenos, que desencadeiam e se alimentam mutuamente, são exacerbados pelas políticas de crescimento econômico que, ao favorecerem a exploração descomedida dos recursos das florestas naturais, impulsionam um ciclo de degradação ambiental de caráter pernicioso.

Théry e Caron (2020, p. 6) afirmam que há controvérsias entre a produção de alimentos e a preservação ambiental. Dentre os efeitos negativos da produção de alimentos está o uso dos solos, pois a conversão de ecossistemas em solo agrícola encadeia, na maioria das vezes, o aumento de emissões de CO<sub>2</sub>, a eutrofização (poluição dos corpos d'água), perda de produtividade, energia e recursos naturais.

A FAO (2006, 116) aponta a importância de criar incentivos para a conservação de florestas em regiões tropicais, como a Amazônia, como uma estratégia fundamental para combater as mudanças climáticas. Destaca a necessidade de manter o equilíbrio entre a conservação florestal e a segurança alimentar da região ao desenvolver programas de sequestro de carbono. O aumento do uso de fertilizantes é apenas uma das opções de intensificação, com outras alternativas, como variedades de culturas de alto rendimento e práticas de gestão sustentável da terra e da água.

No entanto, a FAO (2006, p. 116) destaca que o paradigma do “sequestro através da intensificação” pode não ser universalmente eficaz, sendo necessária uma consideração cuidadosa das condições sociopolíticas e regulatórias. O desmatamento, onde ocorrer e for aceitável, deve ser transformado rapidamente em práticas agrícolas sustentáveis, incluindo sistemas silvo-pastoris e agricultura de conservação, para evitar danos irreversíveis à floresta.

Como solução, Théry e Caron (2020) indicam o *land sparing*, que significa separar a terra entre áreas dedicadas à proteção da biodiversidade, sem produção agrícola das áreas de produção agrícola e o *land sharing*, que significa uma produção ecológica por meio do compartilhamento de terras e do fomento desses serviços em ambientes agrícolas.

Gomes e Braga (2008, p. 17) apontam que o aumento no IDH se aplica sobre o fator de educação para a diminuição no índice de desmatamento, e que a redução do impacto sobre o meio ambiente só será alcançado caso sejam implementadas políticas de proteção, educação ambiental e a melhora dos sistemas produtivos da região. Como solução, Gomes e Braga (2007, p. 18) apontam para a necessidade de infraestrutura, investimento em pesquisa, tecnologia e inovação, política de implantação de áreas protegidas, reservas florestais, a regulação dos títulos de terra e a política macroeconômica regional e nacional.

O motivo de escolher essas variáveis foi trazer à tona a questão do desenvolvimento econômico insustentável que apontam para o aquecimento global para as próximas gerações (ONU, 2015). O aquecimento global remete à impossibilidade de manter o atual modelo de sistema produtivo e portanto significa uma diminuição dos padrões de consumo. De acordo com a pesquisa realizada, os parâmetros de *voice accountability* (liberdade de expressão, liberdade de associação e mídia livre) apontam para menos desmatamento, bem como graus maiores de corrupção significam maiores perdas de floresta. O desafio no momento é trazer à tona o crescimento econômico insustentável fundamentado na destruição de florestas em prol da geração de recursos privados para posteriormente propor modelos de organização social sustentáveis. A próxima seção aborda com maior profundidade a literatura sobre o tema da perda de floresta.

## 2.2 Desmatamento na América do Sul: Teoria, Tendências e Impactos

Esta seção fornece uma visão geral da teoria existente sobre o desmatamento e os argumentos empíricos sobre a tendência do desmatamento, especificamente na América do Sul. Este artigo revisita a pesquisa realizada sobre os recursos florestais e examina sua relação com as atividades de desenvolvimento econômico. O autor se concentra em apresentar as causas potenciais do desmatamento na região declarada.

A América do Sul abriga a maior floresta tropical do mundo, com cerca de 60 mil espécies e a floresta possui a maior biodiversidade. De acordo com a FAO (2010, p. 15), existem cerca de 864 milhões de hectares de área arbórea na América do Sul e entre os anos de 1990 e 2010 o continente perdeu uma média de 4.105.150 hectares, o que significa uma perda de 0,43% ao ano. Entre 1985 e 2018 a América do Sul perdeu cerca de 16% de sua cobertura arbórea. Entre 2000 e 2005 cerca de 4,3 milhões de hectares foram desmatados por ano e a maior perda de floresta ocorreu na floresta amazônica.

Para Chang (2017, p. 3), o desmatamento não pode ser definido adequadamente sem esclarecer o conceito de “floresta”. A Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO, 2010, p. 209) divulgou os critérios comuns para florestas na Avaliação Global de Recursos Florestais, afirmando que são terras de mais de 0,5 hectares, com uma cobertura de árvores de mais de 10 por cento, que não estão principalmente sob uso agrícola. Essa definição contribui para uma medida comum para o cálculo da cobertura florestal entre os países e é possível alinhar os dados dispostos por bancos de dados de organizações internacionais como o Banco Mundial e a FAO. Por conseguinte, o termo desmatamento sugere a derrubada de floresta específica existente ou a conversão dessas áreas em outro uso da terra.

A questão do desmatamento é um dos principais temas para essa e as próximas gerações, pois se trata de um recurso finito

fundamental para o mantimento do equilíbrio climático e hídrico, bem como o mantimento da biodiversidade. Em vista de que as gerações anteriores não fizeram uso consciente deste recurso e os esforços científicos (MARSDEN, 2011) apontam para um colapso iminente. Na visão de Marsden, nosso processo econômico de produção e consumo tem como principal impacto o efeito estufa, causado por emissões de gás carbônico. Esse efeito estufa pode aumentar a temperatura de tal maneira a ocasionar o derretimento do permafrost, congelado há mais de 10.000 anos. Esse derretimento implica a liberação de mais carbono na atmosfera, acelerando ainda mais o aquecimento global.

Para Terry Marsden (2011), é fundamental a substituição dos modelos de consumo de alimento das agriculturas mecanizadas para modelos agroflorestais. Pois a agrofloresta abrange o mantimento da biodiversidade, mantém espécies nativas e alimenta a população sem o uso de agrotóxicos. Para Burigo e Porto (2021, p. 4418), as abordagens agroecológicas reconhecem que os sistemas agroalimentares são sistemas sociais e ecológicos combinados que vão da produção ao consumo de alimentos e envolvem a participação da ciência, da prática e de um movimento social, bem como sua integração holística, para abordar a segurança alimentar e a nutrição.

Para evitar um aquecimento global, o raciocínio é de que as árvores fixam o carbono na atmosfera e contribuem na diminuição do impacto industrial (emissão de CO<sub>2</sub>). A Floresta Amazônica (Brasil, Peru, Venezuela, Colômbia, Bolívia, Guiana, Suriname, Equador e Guiana Francesa) é a maior reserva de florestas tropicais no mundo e desde 2018 vêm quebrando recordes de desmatamento, em vista de sua referência para a biodiversidade.

Os países em desenvolvimento têm experimentado um sério trade-off entre o meio ambiente e o crescimento econômico desde o seu estágio inicial de desenvolvimento (CHANG, 2017, p. 3). O Relatório de Brundtland (1987) afirma que os países em desenvolvimento com alto crescimento econômico, tal como o Brasil, geralmente extraem matérias-primas da floresta e do mar para atividades de subsistência, causando um impacto significativo em sua biosfera.

De acordo com Grimm (2009, p. 13), os fatores geográficos e de infraestrutura que promovem o desenvolvimento econômico também impulsionam o desmatamento. Por exemplo, o acesso à infraestrutura (como carros) e a baixa elevação têm um efeito direto na promoção do desmatamento, além de ajudar a induzir o desenvolvimento econômico. No entanto, Grimm (2009, p. 2) menciona que o efeito condicional do desenvolvimento econômico (controlando seus fatores impulsionadores) está associado a uma redução do desmatamento. Portanto, é importante abordar a relação complexa entre desenvolvimento econômico e desmatamento, e encontrar maneiras de promover o desenvolvimento econômico sustentável que minimize os impactos negativos no meio ambiente.

Grimm (2009) argumenta que uma governança forte e instituições eficazes são importantes para reduzir o desmatamento. Em vista de que muitos dos fatores que promovem o desenvolvimento econômico também promovem o desmatamento, mas que há situações em que é possível alcançar uma situação de ganha-ganha. O artigo destaca a complexidade da relação entre desenvolvimento econômico e desmatamento e a importância de encontrar maneiras de promover o desenvolvimento econômico sustentável que minimize os impactos negativos no meio ambiente.

Meadow *et al.* (1972) abordam os limites do crescimento econômico e os desafios que a humanidade enfrenta em relação ao crescimento populacional, ocupação de terras, produção, consumo e resíduos em um planeta finito. Discutem a ideia de que a crença em um crescimento contínuo e acelerado é insustentável e que a humanidade deve considerar os limites do ambiente e as necessidades fundamentais da sociedade global, incluindo a redução de tensões sociais e políticas e a melhoria da qualidade de vida para todos. Apontam a necessidade de uma abordagem global para abordar os desafios, pois este tipo de análise deve ser feita em nível mundial, em vez de se concentrar apenas em sistemas nacionais e análises de curto prazo. Também enfatiza a importância de considerar fatores sociais, políticos e institucionais, juntamente com os aspectos técnicos e econômicos.

Meadows *et al.* (1972) defendem a necessidade de ação imediata para evitar crises mundiais no futuro, argumentando que a humanidade deve buscar um equilíbrio entre crescimento econômico e estabilidade ambiental. Destacam que a solução envolve mudanças nos valores, objetivos e políticas em nível individual, nacional e global. Também enfatizam a importância de uma cooperação internacional abrangente e de um esforço conjunto para abordar os problemas globais.

A transição de economias baseadas na agricultura para economias baseadas no conhecimento em diversas sociedades em todo o mundo tem causado mudanças significativas na dinâmica populacional e paisagística em áreas urbanas e rurais (PARE'S RAMOS *et al.*, 2008, p. 1-2). Essa transição tem sido marcada pela queda da população urbana, pelo crescimento suburbano e pela urbanização de áreas rurais, à medida que a descentralização de atividades comerciais, industriais e financeiras tem alterado padrões tradicionais de aglomeração urbana. Esse movimento em direção à urbanização resultou em um crescimento desordenado das cidades, levando à conversão de terras agrícolas e áreas abertas em usos urbanos, principalmente em países desenvolvidos.

A perda de terras agrícolas valiosas reflete não apenas a expansão urbana, mas também uma diminuição das atividades agrícolas em pequena escala. A diminuição de empregos na agricultura é exacerbada pelo aumento das oportunidades de emprego na indústria, comércio, turismo e outros setores de serviços, atraindo a população mais jovem e educada para as áreas urbanas (PARE'S RAMOS *et al.*, 2008). Consequentemente, a migração rural-urbana e o abandono da agricultura têm

consequências ecológicas, como a diminuição da cobertura florestal, como evidenciado pelo conceito de “transição florestal”. É importante observar que fatores socioeconômicos, como a mudança para agricultura em larga escala, plantações de árvores e expansão urbana, podem atuar como obstáculos para a recuperação dos ecossistemas, enfatizando a complexa interação entre a globalização, a economia baseada no conhecimento e as condições locais na formação da dinâmica demográfica e de uso da terra.

A expansão da produção de soja em larga escala tem sido a principal causa do desmatamento durante o período de 1984 a 1996, no qual a produção mecanizada de soja na Bolívia cresceu rapidamente, expandindo-se em 400.000 hectares (Kaimowitz et al, 1996, p. 512). Na Bolívia, o desmatamento anual para a agricultura mecanizada em grande escala aumentou de menos de 13.000 hectares durante 1980 a 1985 para mais de 115.000 hectares em 1994, sendo a soja a principal responsável por esse crescimento.

Políticas governamentais que discriminaram a produção de soja na Bolívia, como a fixação de preços abaixo dos preços mundiais, contribuíram para a expansão da soja, incentivando o desmatamento (Kaimowitz et al, 1996, p. 512). No entanto, após a remoção de controles de preços e a desvalorização da moeda em 1985, a produção de soja aumentou substancialmente, tornando a Bolívia um grande exportador desse produto. Além disso, a expansão da rede rodoviária e incentivos fiscais para exportadores favoreceram a produção de soja. Isto leva a crer que a expansão da produção de soja em larga escala, impulsionada por uma série de fatores, foi a principal causa do desmatamento na Bolívia.

Para Chang (2017, p. 6), o mantimento de um sistema florestal sustentável e intacto produz muitas implicações positivas para o ambiente, a fixação do carbono atmosférico em biomassa, a regeneração do oxigênio e o fornecimento de abrigo a milhões de animais selvagens no planeta, que permite a manutenção do equilíbrio biológico no reino animal. O desmatamento ameaça os países que dependem de setores agrícolas, que são sensíveis às mudanças de temperatura e chuva.

Para Combes Motel *et al.* (2014, p. 482), é necessária mobilização para adaptação e resiliência às mudanças climáticas, o que pode requerer investimentos substanciais em infraestrutura de irrigação, variedades de culturas resistentes e ferramentas de gerenciamento de riscos. Em essência, abordar a pobreza nos países em desenvolvimento deve considerar o equilíbrio entre o crescimento econômico, a preservação ambiental e a resiliência climática, tornando-o um empreendimento multifacetado e desafiador. Chang (2017, p. 7) afirma que a alteração de ambientes ecológicos naturais por plantações agrícolas cria distúrbios ecológicos, surgimento de doenças zoonóticas, como Ebola, MERS, e SARS (como o Coronavírus), que aparecem por conta das mudanças ambientais e ameaçam a manutenção da saúde pública e do sistema médico.

### 2.3 Avaliação econométrica

A análise empírica segue a metodologia de dados em painel. As técnicas de estimação dos dados em painel podem levar em consideração a heterogeneidade explicitamente, permitindo variáveis específicas ao sujeito. Ao combinarmos observações de corte transversal com séries temporais, temos mais informação, maior variação nos dados, menor colinearidade entre as variáveis, mais graus de liberdade e aumento da eficiência dos estimadores de mínimos quadrados. Para atingir nossos objetivos de pesquisa, vamos utilizar duas técnicas econométricas: a primeira consiste no **Modelo de efeitos Fixos dentro de um Grupo – Fixed Effects Within-group model**, cujas variáveis serão expressas como um desvio do seu valor médio e, então, estimamos uma regressão de MQO contra esses valores corrigidos para a média. A segunda diz respeito ao **Modelo de Efeitos Aleatórios (MEA) ou MCE – Modelo de Componentes de Erros** (GUJARATI; PORTER, 2011, p. 585-586).

A hipótese adjacente à técnica é que os valores de intercepto do nosso modelo sejam extraídos aleatoriamente de uma população bem maior de sujeitos. Com objetivo de descobrir qual técnica será mais adequada aos dados, será realizado um teste de Hausman (GUJARATI; PORTER, 2011, p. 596). A hipótese nula é que os estimadores do modelo de efeito fixo e efeitos aleatórios não diferem substancialmente. Caso seja rejeitada, optaremos pelo método de efeitos fixos.

De modo a verificar se a produção de cereais (CP), população urbana (UP) e Índice de Desenvolvimento Humano (HDI) afetam a perda de área florestal (FA), o estudo utiliza uma amostra de 10 países da América do Sul. O período analisado compreende o intervalo de 2005 até 2015. Para atingir tal objetivo, foram estimadas as seguintes equações:

$$FA_{i,t} = \beta_{i,0} + \gamma CP_{i,t} + \theta UP_{i,t} + u_{i,t} \quad (1)$$

$$FA_{i,t} = \beta_{i,0} + \gamma CP_{i,t} + \theta UP_{i,t} + \alpha HDI_{i,t} + u_{i,t} \quad (2)$$

Em que o subscrito  $i=1, 2, \dots, 12$  é um determinado país e  $t = 1, \dots, 11$  representa os períodos. O termo  $u_{i,t}$  representa o termo de erro aleatório. Por outro lado,  $\beta_{i,0} = \beta_0 + \varepsilon_i$  representa um intercepto aleatório, em que  $\varepsilon_i$  é um termo de erro com valor médio nulo e  $\sigma_\varepsilon^2$ . Em relação aos coeficientes  $\gamma$  e  $\theta$ , respectivamente o coeficiente das variáveis produção de cereais (CP) e população urbana (UP), esperamos um sinal negativo, isto é, um impacto negativo sobre a área florestal. No que tange à variável HDI, esperamos um coeficiente positivo sobre a área florestal.

### 3 APRESENTAÇÃO DE DADOS

#### 3.1 Perda de florestas no mundo

A definição de área florestal é a terra coberta por bosques naturais ou plantados de árvores com pelo menos 5 metros de altura, quer sejam produtivas ou não, e exclui bosques de árvores em sistemas de produção agrícola (plantações de frutas e sistemas agroflorestais) e árvores em parques e jardins urbanos (BANCO MUNDIAL, 2022a, tradução nossa). No presente trabalho, a variável área florestal entra como variável dependente no modelo econométrico.

TABELA 1 - Perda de Floresta (2005-2015)

	2005	2015	Diferença
Argentina	11,61%	10,63%	-1%
Bolívia	49,93%	48,02%	-1,91%
Brasil	63,57%	60,28%	-3,28%
Chile	21,88%	23,66%	+1,78%
Colômbia	55,67%	54,19%	-1,48%
Equador	53,87%	51,61%	-2,26%
Peru	58,33%	57,18%	-1,15%
Paraguai	53,56%	44%	-9,52%
Uruguai	8,8%	10,97%	+2,12%
Venezuela	54,79%	52,92%	-1,87%
Mundo	30,99%	30,74%	-0,25%

Fonte: Elaborado pelo autor com base em Banco Mundial (2022a).

De acordo com o Banco Mundial (2022a), na medida em que as ameaças à biodiversidade aumentam, a comunidade internacional se concentra mais na conservação da diversidade<sup>1</sup>. O desmatamento é uma das principais causas da perda de biodiversidade, e a conservação do habitat é vital para conter essa perda. Os esforços de conservação têm se concentrado na proteção de áreas de alta biodiversidade.

As florestas primárias, especialmente as tropicais úmidas, representam os ecossistemas terrestres mais abundantes em diversidade de espécies. A destruição das florestas tropicais continua a ser um sério problema ambiental. A maior parte das florestas tropicais remanescentes está concentrada na bacia amazônica, onde a Floresta Amazônica abrange aproximadamente 4 milhões de quilômetros quadrados. Globalmente, as áreas florestais ocupam cerca de 31% da superfície terrestre total, o que equivale a um pouco mais de 4 bilhões de hectares (BANCO MUNDIAL, 2022a).

#### 3.2 População Urbana (% da população total)

A coleta de dados no Banco Mundial (2022b) demonstrou que houve um crescimento significativo da população urbana em todo o mundo nas últimas décadas, com os países apresentando uma transição do meio rural para o urbano. Em 2005, 49,15% das pessoas viviam em áreas urbanas, enquanto em 2015 esse número aumentou para 53,91%, uma média de migração de 4,76% (TABELA 2). Esse movimento é impulsionado pela oferta de empregos, renda, serviços educacionais, de saúde e outros, que promovem o bem-estar e o conforto. No entanto, não existe um padrão universalmente aceito para definir áreas urbanas e rurais, variando de acordo com critérios como infraestrutura, arranjos administrativos ou mesmo número de habitantes.

Na Tabela 2, é possível observar que os países apresentaram um aumento na população urbana, com o Brasil registrando uma das maiores migrações, de 2,94%. Esse aumento populacional tem implicações diretas no uso e consumo de áreas rurais, para produzir alimentos e outros produtos necessários para as cidades. É importante ressaltar que a definição de áreas urbanas e rurais pode variar de acordo com critérios distintos em cada país, o que pode afetar a interpretação dos dados apresentados.

TABELA 2 - População Urbana nos países da América do Sul (2005-2015)

	2005	2015	Migração
Argentina	90,03%	91,5%	1,5%
Bolívia	64,17%	68,39%	4,2%
Brasil	82,83%	85,77%	2,94%
Chile	86,78%	87,36%	0,58%

<sup>1</sup> Tradução nossa.

	2005	2015	Migração
Colômbia	76,02%	79,76%	3,74%
Equador	61,71%	63,39%	1,68%
Peru	75,03%	77,35%	2,32%
Paraguai	57,63%	60,75%	3,12%
Uruguai	93,31%	95,04%	1,73%
Venezuela	87,95%	88,15%	0,2%
Mundo	49,15%	53,91%	4,76%

Fonte: Elaborado pelo autor com base em Banco Mundial (2022b).

Conforme evidenciado na tabela anterior, o incremento populacional nas regiões urbanas suscita uma tendência marcante de expansão da demanda territorial em áreas rurais, a fim de atender às crescentes necessidades urbanas, notadamente aquelas associadas à agricultura e pecuária. Nas zonas urbanas contemporâneas, é notório o suprimento de produtos alimentares provenientes do interior rural agrícola, bem como a aquisição de mercadorias derivadas de múltiplos municípios e até mesmo de localidades distantes, tanto em âmbito nacional como internacional.

### 3.3 Produção de Cereais (medido em toneladas)

Os dados de produção de cereais se restringem a culturas destinadas à colheita de grãos secos, excluindo-se aquelas destinadas à produção de feno, colheita em estágio verde para fins de alimentação, ração, silagem e as utilizadas como pastagem (BANCO MUNDIAL, 2022c). Conforme estimado pela Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO), os cereais desempenham um papel significativo na dieta global, contribuindo com 51% das calorias e 47% das proteínas na dieta média. Ademais, a FAO aponta que o milho, trigo e arroz, em conjunto, representam mais de três quartos de toda a produção de grãos em escala global. Em países em desenvolvimento, a seleção de métodos de colheita para culturas cerealíferas varia de acordo com fatores como o custo da mão de obra e a disponibilidade de maquinaria especializada para colheita.

No transcorrer do último século, os sistemas de produção agrícola passaram por uma notável evolução que culminou em substanciais incrementos na produtividade das culturas. Todavia, a motivação subjacente à investigação econométrica em questão reside na observação dos correlatos efeitos colaterais negativos infligidos ao meio ambiente. Tais impactos indesejáveis englobam, mas não se restringem a processos de degradação e erosão do solo, a poluição advinda do uso de fertilizantes químicos e agroquímicos, bem como a concomitante diminuição da biodiversidade.

TABELA 3 - Produção de Cereais nos países da América do Sul (2005-2015)

	2005	2015	Diferença
Argentina	41 mi	55,97 mi	34%
Bolívia	1,6 mi	2,93 mi	76,82%
Brasil	55,67 mi	106 mi	90,45%
Chile	3,98 mi	3,78 mi	- 5,29%
Colômbia	4,10 mi	4,0 mi	- 2,5%
Equador	2,3 mi	3,56 mi	54,78%
Peru	4,13 mi	5,46 mi	32,2%
Paraguai	1,97 mi	7 mi	255%
Uruguai	2,35 mi	3,61 mi	53,6%
Venezuela	3,58 mi	2,29 mi	- 56,33%
Mundo	2,25 bi	2,85 bi	26,66%

Fonte: Elaborado pelo autor com base no Banco Mundial (2022c).

De acordo com os dados apresentados na Tabela 3, é notável que o crescimento na produção de cereais não ocorreu nos territórios do Chile, Colômbia e Venezuela. Em contrapartida, os demais países e a média global evidenciaram consideráveis aumentos nessa produção, com ênfase no Brasil com aumento de 90,45% na produção de cereais. É importante destacar que o incremento na produção de cereais possui implicações diretas no que tange ao fenômeno do desmatamento, uma vez que a área atualmente dedicada ao cultivo desses cereais na região latino-americana já foi, em tempos pretéritos, uma densa floresta caracterizada por uma significativa biodiversidade.

### 3.4 Índice de Desenvolvimento Humano

O Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) constitui uma métrica concisa que busca sintetizar as realizações médias em domínios fundamentais do desenvolvimento humano, nomeadamente, uma existência longa e saudável, aquisição de conhecimento e a manutenção de um nível de vida digno. O IDH é calculado como a média geométrica de índices que foram previamente normalizados a partir das três dimensões distintas. A dimensão da saúde é quantificada mediante a expectativa de vida ao nascer, a dimensão educacional é mensurada a partir da média de anos de instrução para adultos com 25 anos ou mais, bem como dos anos esperados de educação para crianças em idade escolar. Por sua vez, a dimensão relativa ao padrão de vida se apoia na mensuração do rendimento nacional bruto per capita.

Uma característica relevante do cálculo do IDH é o uso do logaritmo do rendimento, o que reflete a atenuação da importância do rendimento à medida que o Rendimento Nacional Bruto (RNB) aumenta. As pontuações obtidas nos três índices das dimensões do IDH são, então, agregadas em um índice composto utilizando a média geométrica. É crucial notar que o IDH simplifica e abrange apenas parcialmente a complexidade do desenvolvimento humano, uma vez que não contempla elementos como desigualdades, pobreza, segurança humana, empoderamento, entre outros fatores de relevância. A tabela a seguir apresenta os dados para os países da amostra.

TABELA 4 - Índice de Desenvolvimento Humano nos países da América do Sul (2005-2015)

	2005			2015		
	Valor IDH	Expectativa de Vida ao nascimento	Média de Anos em escolaridade	Valor IDH	Expectativa de Vida ao nascimento	Média de Anos em escolaridade
Argentina	0,802	75,1	10,1	0,848	76,8	10,9
Bolívia	0,635	64,4	7,0	0,690	67,3	8,9
Brasil	0,698	71,8	6,2	0,753	74,3	7,5
Chile	0,795	78	9,7	0,846	79,7	10,3
Colômbia	0,696	73,1	7,3	0,754	76,3	8,0
Equador	0,715	74,5	7,6	0,765	76,8	8,7
Peru	0,686	73,0	7,9	0,759	75,6	9,1
Paraguai	0,664	70,5	7,3	0,723	73,2	8,5
Uruguai	0,768	76,2	8,3	0,811	77,5	8,7
Venezuela	0,721	72,8	7,4	0,767	73,0	9,6

Fonte: Elaborado pelo autor com base em United Nations Development Programme (2022).

O IDH é uma medida que combina três indicadores-chave do desenvolvimento humano: a expectativa de vida ao nascer, a média de anos de escolaridade e o PIB per capita. De acordo com os dados do Programa de Desenvolvimento das Nações Unidas, a maioria dos países da América do Sul experimentou um aumento no IDH entre 2005 e 2015. Isso indica um progresso geral na qualidade de vida, na educação e na saúde das populações da região.

A expectativa de vida ao nascer aumentou em todos os países. Isso é um sinal positivo de melhorias na saúde e bem-estar das pessoas na América do Sul ao longo desse período. A média de anos em escolaridade também aumentou na maioria dos países. Isso sugere um maior acesso à educação e, possivelmente, uma maior qualificação da força de trabalho.

Argentina e Chile têm os maiores valores de IDH em ambos os anos, indicando um nível geral mais alto de desenvolvimento humano em comparação com outros países da região. A Venezuela, embora tenha aumentado seu IDH, ainda possui um valor relativamente mais baixo em comparação com outros países sul-americanos. Além disso, a expectativa de vida diminuiu, o que pode ser um sinal de desafios na área da saúde no país durante esse período. A Bolívia teve um dos maiores aumentos no IDH ao longo dos dez anos. Isso pode ser resultado de esforços para melhorar a educação e a saúde no país.

O Brasil também registrou um aumento significativo no IDH, embora ainda seja um dos países com IDH inferior na região. A expectativa de vida aumentou, e a média de anos em escolaridade também teve um ligeiro aumento. Equador e Peru experimentaram melhorias notáveis em seu IDH, destacando seu compromisso com o desenvolvimento humano e o bem-estar de suas populações. O Uruguai tem um alto IDH e registrou um aumento consistente. Isso reflete uma boa qualidade de vida e acesso à educação no país. Embora o Paraguai tenha aumentado seu IDH, ele ainda permanece na faixa mais baixa entre os países sul-americanos listados. No entanto, a melhoria na média de anos em escolaridade é encorajadora.

No geral, os dados mostram que a América do Sul como um todo fez progressos no desenvolvimento humano ao longo dos dez anos analisados. No entanto, as diferenças entre os países destacam a importância de continuar a investir em educação, saúde e bem-estar para garantir um padrão de vida mais elevado para suas populações.

## 4 Análise e Discussão dos Resultados

O Quadro 1 apresenta as estimações das equações e apresenta as estimações utilizando a amostra completa, isto é, com países da América do Sul. Vale lembrar que em todas as especificações, os sinais ocorreram de acordo com o esperado e apresentaram significância estatística. Além disso, lançamos mão do teste de Hausman cuja hipótese nula não foi rejeitada, isto é, os estimadores se equivalem (estimadores de efeito fixo e estimadores de efeitos aleatórios). Ou seja, o estimador de efeitos aleatórios é o preferido nessa ocasião.

Em relação às variáveis de interesse (*CP*, *UP* e *HDI*), é possível observar que as duas primeiras apresentaram coeficiente negativo e significância estatística. Portanto, um aumento da população urbana e produção de cereais impactam negativamente a área florestal. Já a terceira variável apresenta sinal positivo e significância estatística. Portanto, há indícios de que um aumento do índice de desenvolvimento humano impacta positivamente a área florestal.

**QUADRO 1 - Estimação de dados em painel sobre a perda de florestas causadas por Produção de Cereais, População Urbana e IDH**

**Estimações de Dados em painel - Efeitos Aleatórios -  
FA (Dependente) - Produção de Cereais (CP),  
População Urbana (UP) e HDI (Exógenas)**

Regressors	MODELO 1	MODELO 2
CP	-2.717*** (9.534)	-3.013*** (0.571)
UP	-0.447*** (0.132)	-1.015*** (0.225)
HDI	-	33.823*** (11.491)
Obs	319	419
R-Quadrado	0.52	0.55
R-Quadrado Ajustado	0.51	0.53

Nota: Nível de Significância: (\*\*\*) denota 0.01, (\*\*) denota 0.05, e (\*) denota 0.1. Constantes omitidas por conveniência

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Neste exercício econométrico, foi analisado como a produção de cereais (*CP*), a população urbana (*UP*) e o Índice de Desenvolvimento Humano (*HDI*) afetam a perda de florestas (*FA*) em um contexto de dados em painel com efeitos aleatórios. No Modelo 1, foi avaliado como a produção de cereais (*CP*) e a população urbana (*UP*) afetam a perda de florestas (*FA*). Sobre os regressores do Modelo 1, o coeficiente para Produção de Cereais (*CP*) foi de -2.717, com um desvio padrão de 9.534. Este valor é estatisticamente significativo (\*\*\*), o que sugere uma relação negativa entre a produção de cereais e a perda de florestas. Um aumento na produção de cereais está associado a uma redução na área florestal. O coeficiente para População Urbana (*UP*) foi de -0.447, com um desvio padrão de 0.132. Também é altamente significativo (\*\*\*). Isso implica que um aumento na população urbana está relacionado a uma redução na área florestal.

No Modelo 2, foi adicionado a variável exógena Índice de Desenvolvimento Humano (*HDI*) como um regressor adicional. Sobre os regressores do Modelo 2, o coeficiente para *HDI* (em inglês) foi de 33.823, com um desvio padrão de 11.491. Da mesma forma que os outros coeficientes, é altamente significativo (\*\*\*). Isso implica que um aumento no Índice de Desenvolvimento Humano contribui para a reconstrução de florestas. A inclusão da variável *IDH*, por incluir aspectos educacionais, pode contribuir no aumento da área florestal. Ou seja, a instrução sobre a importância de floresta é uma forma de contribuir para que haja mais florestas.

Sobre as estatísticas do modelo, o R-quadrado ( $R^2$ ) no Modelo 2 (0.55) é ligeiramente maior do que no Modelo 1 (0.52), o que sugere que a inclusão do "HDI" aumentou a capacidade do modelo em explicar a variabilidade na perda de florestas.

Estes resultados contribuem para responder às perguntas expostas no início do documento, que indicam que a produção de cereais e o crescimento da população urbana têm um efeito negativo na perda de florestas, ou seja, à medida que essas

variáveis aumentam, a perda de florestas tende a aumentar. Por outro lado, a inclusão do "HDI" no Modelo 2 demonstra que um aumento no Índice de Desenvolvimento Humano está associado a um aumento na restauração de florestas. Essa relação positiva sugere que, em locais com maior desenvolvimento humano, pode haver um maior esforço na reconstrução de florestas.

No entanto, é importante destacar que essas são relações correlacionais e que a causalidade não pode ser estabelecida apenas a partir desses resultados. Outros fatores não incluídos no modelo podem influenciar a perda de florestas, e a interpretação precisa requer uma análise mais detalhada e informações contextuais adicionais.

Conforme apresentado na discussão de literatura, Chang (2017) já havia informado o impacto da produção agrícola na perda de florestas e este exercício econométrico demonstrou significância da produção de cereais e crescimento da população urbana na perda de área florestal.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados desta pesquisa destacam a significativa dependência das áreas rurais na América do Sul para suprir as necessidades de mercado (nacional e internacional). Destacou-se a alta concentração urbana, na qual 80% da população reside em áreas urbanas. O modelo de produção agrícola mecanizado utilizado para atender à demanda de centros urbanos acarreta impactos adversos sobre as áreas florestais, como a perda de biodiversidade e a degradação ambiental.

O exercício econométrico indicou que regiões com maiores níveis de Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), que abrange os indicadores de educação, longevidade e renda, apresentam taxas menores de desmatamento. Isso sugere que o investimento em educação e o aumento da renda coletiva contribuem para diminuir a vulnerabilidade ambiental dos territórios por conta da conscientização ambiental e a preservação de ecossistemas.

Conclui-se que a perda de áreas florestais acarreta impactos duradouros nas futuras gerações e o desenvolvimento econômico baseado em práticas predatórias de desmatamento é insustentável e prejudicial. Portanto, é imperativo que se adotem políticas de desenvolvimento econômico sustentável para preservar os recursos naturais e mitigar a exaustão dos recursos durante o processo de desenvolvimento econômico. Os modelos agroecológicos, que priorizam a biodiversidade e a conservação ambiental, emergem como opções mais sustentáveis e benéficas para a produção de alimentos.

Esta pesquisa não apenas contribui para a validação externa de teorias e resultados anteriores, mas também enfatiza a primordial importância da preservação ambiental e da adoção de modelos de produção mais sustentáveis. Sendo relevante perceber que o sistema econômico é um subsistema da biosfera, e que a conservação das florestas desempenha um papel essencial na manutenção da estabilidade climática e na garantia da riqueza natural para as gerações vindouras.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BANCO MUNDIAL. **Forest area**. Food and Agriculture Organization. In: WORLD DEVELOPMENT INDICATORS DATABASE. Disponível em: <https://data.worldbank.org/indicator/AG.LND.FRST.ZS>. Acesso em: 20 jan. 2022a.

BANCO MUNDIAL. **Urban population**. United Nations Population Division. In: WORLD DEVELOPMENT INDICATORS DATABASE. Disponível em: <https://data.worldbank.org/indicator/SP.URB.TOTL.IN.ZS>. Acesso em: 20 jan. 2022b.

BANCO MUNDIAL. **Cereal production (metric tons)**. Food and Agriculture Organization. In: WORLD DEVELOPMENT INDICATORS DATABASE. Disponível em: <https://data.worldbank.org/indicator/AG.PRD.CREL.MT>. Acesso em: 20 jan. 2022c.

BANCO MUNDIAL. **World Development Indicators Database. Government expenditure on education**. UNESCO Institute for Statistics. Disponível em: <https://data.worldbank.org/indicator/SE.XPD.TOTL.GD.ZS>. Acesso em: 20 jan. 2022d.

BRUNDTLAND, G H *et al.* **Our common future; by world commission on environment and development**. Oxford: Oxford University Press. 1987.

BURIGO, A. C.; PORTO, M. F.. Agenda 2030, saúde e sistemas alimentares em tempos de zoonose: da vulnerabilização à transformação necessária. **Ciência & Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 26, n. 10, p. 4411-4424, 2021.

BUTLER, Rhett A. **Mongabay Series: Global Forests**. 10/06/2020. Disponível em: <https://news.mongabay.com/2020/06/how-much-rainforest-is-being-destroyed/>. Acesso em: 25 de outubro de 2023

CHANG, Chia-Wei. **Relationship Between GDP Growth and Deforestation in the Central American and Caribbean Countries with Further Analysis on the Major GDP Earning Industries Among These Countries and Their Contribution to Deforestation**. 2017. 32 f. Dissertação (Mestrado em Políticas Públicas) - KDI School of Public Policy and Management, Sejong, 2017.

- COMBES MOTEL, Pascale. CHOURMET, Johanna. MINEA, Alexandru, STERNER, Thomas. Explorations in the Environment–Development Dilemma. *Environ Resource Econ* 57, 479–485 (2014). [10.1007/s10640-013-9745-9](https://doi.org/10.1007/s10640-013-9745-9)
- DOUROJEANNI, M. **The Future of the Latin American Natural Forests**. Environment Division, 1999.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). **Global Forest Resources Assessment 2010**. FAO Forestry.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). **Global Forest Resources Assessment 2015**. FAO Forestry.
- GOMES, Sergio Castro; BRAGA, Marcelo José. Desenvolvimento Econômico e Desmatamento na Amazônia Legal: Uma Análise Econométrica. In: SOBER. **46th Congress**, July 20-23, 2008, Rio Branco, Acre, Brazil.
- GUJARATI, Damodar N.; PORTER, Dawn C. **Econometria Básica**. 5. ed. Porto Alegre: AMGH, 2011.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Censo Agro 2006**: IBGE revela retrato do Brasil agrário. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/13719-asi-censo-agro-2006-ibge-revela-retrato-do-brasil-agrario>. Acesso em: 25 de outubro de 2023.
- KAIMOWITZ, D., THIELE, G. and PACHECO, P. (1996) ‘**The Effects of Structural Adjustment on Deforestation in Lowland Bolivia**’, mimeo, Centre for International Forestry Research (CIFOR), Borgor, Indonesia.
- MARSDEN, Terry. Denial or diversity? creating new spaces for sustainable development. *Journal of Environmental Policy & Planning*, v. 8, n. 2, p. 183-198, 2006. DOI: [10.1080/15239080600794674](https://doi.org/10.1080/15239080600794674)
- Meadows, Donella H., Meadows, D. L., Randers, J., & Behrens, W. W. "The limits to growth." New York, 102 (1972): 27.
- Organização das Nações Unidas (ONU). **A Agenda 2030**. 2015. Disponível em: <https://brasil.un.org/sites/default/files/2020-09/agenda2030-pt-br.pdf>.
- PARE'S-RAMOS, I.K., Gould, W.A., Aide, T.M. (2008). Agricultural abandonment, sub-urban growth, and forest expansion in Puerto Rico between 1991 and 2000. *Ecology and Society* 13 (2), 1. Disponível em: <http://www.ecologyandsociety.org/vol13/iss2/art1/>> Acesso em 27 de outubro de 2023.
- THÉRY, Neli de Mello; CARON, Patrick. CONTROVERSIES AND TRANSITIONS FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT. *Mercator*, Fortaleza, v. 19, oct. 2020. ISSN 1984-2201.
- United Nations Development Programme. **Human Development Index**. Data de atualização: 8 de setembro de 2022. Disponível em: [https://hdr.undp.org/data-center/specific-country-data#/>](https://hdr.undp.org/data-center/specific-country-data#/). Acesso em: 28 de outubro de 2023.
- ZALLES, Viviana *et al.* Rapid expansion of human impact on natural land in South America since 1985. *Sci. Adv.* 7, eabg1620(2021). DOI: [10.1126/sciadv.abg1620](https://doi.org/10.1126/sciadv.abg1620)
- ZEFERINO, Marisa; MARTINS, Vagner Azarias. Expansão da Cultura da Soja no Brasil. **Secretaria de Agricultura e Abastecimento. Instituto de Economia Agrícola (IEA)**. São Paulo, SP. v. 8, n. 7, julho 2013