

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA  
INSTITUTO DE ECONOMIA E RELAÇÕES INTERNACIONAIS

FRANCINNE SANTOS WILLON

Os esquemas de reprodução de Marx como ferramenta de análise do avanço do desmatamento  
nos biomas brasileiros.

Uberlândia

2025

FRANCINNE SANTOS WILLON

Os esquemas de reprodução de Marx como ferramenta de análise do avanço do desmatamento  
nos biomas brasileiros.

Monografia apresentada ao Instituto de  
Economia e Relações Internacionais da  
Universidade Federal de Uberlândia como  
requisito para obtenção de grau em bacharel em  
Ciências Econômicas

Área de concentração: Economia Brasileira

Orientador: Prof. Dra. Raquel de Azevedo

Uberlândia

2025

FRANCINNE SANTOS WILLON

Os esquemas de reprodução de Marx como ferramenta de análise do avanço do desmatamento  
nos biomas brasileiros.

Monografia apresentada ao Instituto de  
Economia e Relações Internacionais da  
Universidade Federal de Uberlândia como  
requisito para obtenção de grau em bacharel em  
Ciências Econômicas

Área de concentração: Ciências Econômicas

Uberlândia, 05 de setembro de 2025

Banca Examinadora:

---

Prof. Dra. Raquel de Azevedo

---

Prof. Dr. Daniel Caixeta

---

Prof. Dr. Leonardo Segura Moraes

## AGRADECIMENTOS

Agradeço, em primeiro lugar, à minha mãe, Sandra, que mesmo não compreendendo plenamente o curso que eu escolhi, nunca me deixou desistir dele, mesmo entre tantas idas e vindas ao hospital. A senhora é a minha maior inspiração.

Aos meus avós, Milton e Minoene, pelo apoio constante e pela ajuda oferecida de todas as formas possíveis.

Ao meu melhor amigo, Tiago, que suportou minhas crises e medos ao longo desses cinco anos de graduação. Você acreditar no meu potencial, quando eu não acreditava, foi fundamental. Obrigada.

Marcos, todas as vezes em que você me disse que tudo ia dar certo e que eu me estressava demais sem necessidade fizeram eu esquecer um pouco a ansiedade e me acalmar. Sua forma de amor me irrita, mas eu não gostaria de nenhuma outra. Você me apoiou desde o começo, me ajudou nas matérias nas quais eu mais encontrei dificuldade, mesmo não sabendo nada de economia, apenas porque sabia que era importante para mim.

À minha orientadora, Raquel: você me mostrou que a economia tem espaço para dialogar com os assuntos que acredito serem necessários e que são tão negligenciados. Pesquisar sobre questões ambientais e relacioná-las à economia brasileira é minha vitória pessoal. Muito obrigado por ter me possibilitado isso. Você é a pesquisadora que me inspira a seguir pesquisando ainda mais sobre esse tema.

Aos professores que aceitaram participar da Banca Examinadora, Leonardo e Daniel, obrigado por se disporem a ler meu trabalho e contribuir para a pesquisa.

## **RESUMO**

A presente monografia investiga a relação entre a desproporção interdepartamental na economia brasileira, no período de 2010 a 2022, e a perda de cobertura florestal nos biomas brasileiros e a região do MATOPIBA (Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia) . A partir de uma revisão bibliográfica, comprehende-se que a ruptura metabólica entre homem e natureza, no contexto da economia brasileira, manifesta-se principalmente no departamento de produção de meios de consumo. Fundamentada nos esquemas de reprodução de Marx e na base de dados EMVA de Azevedo e Moraes, o trabalho analisa as dinâmicas interdepartamentais e sua relação com a perda de cobertura vegetal no território brasileiro. Conclui-se que o desmatamento, no Brasil, decorre da expansão das atividades agropecuárias, que intensificam a desproporção interdepartamental e, concomitantemente, com a retração do departamento de meios de produção, possibilitam a recuperação da taxa média de lucro.

**Palavras-chave:** esquemas de reprodução; economia brasileira; meio ambiente.

## **ABSTRACT**

This monograph investigates the relationship between interdepartmental disproportion in the Brazilian economy, from 2010 to 2022, and the loss of forest cover in Brazilian biomes and the MATOPIBA region (Maranhão, Tocantins, Piauí, and Bahia). Based on a literature review, it is understood that the metabolic rupture between man and nature, in the context of the Brazilian economy, manifests itself mainly in the department of consumer goods production. Based on Marx's reproduction schemes and the EMVA database by Azevedo and Moraes, the study analyzes interdepartmental dynamics and their relationship with the loss of vegetation cover in Brazilian territory. It concludes that deforestation in Brazil results from the expansion of agricultural activities, which intensify interdepartmental disproportion and, concomitantly, with the contraction of the means of production department, enable the recovery of the average rate of profit.

**Keywords:** reproduction schemes; Brazilian economy; environment.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 -	Divisão dos biomas no país.....	41
Figura 2 -	Mapa da Amazônia Legal, atualizado em 2021.....	51
Gráfico 1 -	Exploração vegetal no Brasil, em km, entre 1985 e 2023.....	43
Gráfico 2 -	Análise do IPAM com dados do PRODES mostra maior desmatamento no Cerrado no Matopiba desde 2017 a 2021.....	46
Gráfico 3 -	Desmatamento no Brasil, em quilômetros quadrados (km <sup>2</sup> ), entre 2019 e 2023.....	47
Gráfico 4 -	Evolução do Capital Constante, em milhares de R\$, entre 2010 e 2022.....	60
Gráfico 5 -	Evolução da vegetação natural brasileira entre 2010 e 2023	64
Gráfico 6 -	Evolução da perda de vegetação em prol das atividades agropecuárias entre 2010 e 2023.....	65
Gráfico 7 -	Evolução da vegetação natural no bioma Amazônia entre 2010 e 2023.....	67
Gráfico 8 -	Evolução da vegetação natural no bioma Caatinga entre 2010 e 2023.....	67
Gráfico 9 -	Evolução da vegetação natural no bioma Mata Atlântica entre 2010 e 2023.....	68
Gráfico 10 -	Evolução da vegetação natural no bioma Cerrado entre 2010 e 2023.....	69
Gráfico 11 -	Evolução das atividades agropecuárias na região do MATOPIBA.....	70
Gráfico 12 -	Evolução da vegetação natural no bioma Pampa entre 2010 e 2023.....	71
Gráfico 13 -	Gráfico 13: Evolução da vegetação natural no bioma Pantanal entre 2010 e 2023.....	72
Gráfico 14 -	Evolução do Capital Constante, em milhares de R\$, entre 2010 e 2022.....	74
Gráfico 15 -	Evolução da desproporção intersetorial da amostra de empresas (R\$ mil) e da área de agricultura (km <sup>2</sup> ) no Cerrado, entre 2010 e 2022.....	76

Gráfico 16 -	Evolução da desproporção intersetorial da amostra de empresas (R\$ mil) e da área de agricultura (km <sup>2</sup> ) na Amazônia, entre 2010 e 2022.....	76
Gráfico 17 -	Evolução da desproporção intersetorial da amostra de empresas (R\$ mil) e da área de agricultura (km <sup>2</sup> ) na Caatinga, entre 2010 e 2022.....	77
Gráfico 18 -	Evolução da desproporção intersetorial da amostra de empresas (R\$ mil) e da área de agricultura (km <sup>2</sup> ) na Mata Atlântica, entre 2010 e 2022.....	77
Gráfico 19 -	Evolução da desproporção intersetorial da amostra de empresas (R\$ mil) e da área de agricultura (km <sup>2</sup> ) no Pantanal, entre 2010 e 2022.....	78
Gráfico 20 -	Evolução da desproporção intersetorial da amostra de empresas (R\$ mil) e da área de agricultura (km <sup>2</sup> ) no Pampa, entre 2010 e 2022.....	78
Gráfico 21 -	Evolução da desproporção intersetorial da amostra de empresas (R\$ mil) e da área de agricultura (km <sup>2</sup> ), entre 2010 e 2022.....	79

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 -	Compilado de informações dos biomas.....	42
Tabela 2 -	Conformidade com o Código Florestal – Brasil (em km <sup>2</sup> ).....	53
Tabela 3 -	Amostra de empresas Ibovespa por setores.....	55
Tabela 4 -	Evolução da condição de equilíbrio intersetorial (valores em R\$ mil).....	57
Tabela 5 -	Evolução da taxa média de lucro.....	58
Tabela 6 -	Evolução da perda de áreas de floresta em prol das atividades agropecuárias e uma comparação com outros períodos.....	66
Tabela 7 -	Conformidade com o Código Florestal – Balanço dos Imóveis Rurais, por bioma (em km <sup>2</sup> ), em 2024, comparado com 202.....	83

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>12</b>
<b>CAPÍTULO 1: OS ESQUEMAS DE REPRODUÇÃO DE MARX, A CRÍTICA DE ROSA LUXEMBURGO, ECOSSOCIALISMO DE KOHEI SAITO E A ECONOMIA ECOLOGIA DE MARX PARA BURKETT E FOSTER .....</b>	<b>15</b>
<b>    1.1 Esquemas de Reprodução de Marx .....</b>	<b>16</b>
<b>    1.2 Rosa Luxemburgo e a crítica aos esquemas de reprodução .....</b>	<b>19</b>
<b>    1.3 Kohei Saito e o Ecossocialismo de Karl Marx .....</b>	<b>23</b>
1.3.1 A Ecologia de Marx: Liebig e Fraas .....	27
1.3.2 Burkett e Foster: metabolismo energético, entropia e ecologia .....	32
<b>    1.4 Os esquemas de reprodução de Marx enquanto ferramenta econômica .....</b>	<b>37</b>
<b>CAPÍTULO 2: DESMATAMENTO.....</b>	<b>39</b>
<b>    2.1 O desmatamento nos biomas brasileiros .....</b>	<b>40</b>
<b>    2.2 MATOPIBA: explicação da última fronteira agrícola do país e os impactos em sua cobertura vegetal .....</b>	<b>45</b>
<b>    2.3 Análises das políticas ambientais adotadas no Brasil .....</b>	<b>47</b>
<b>    2.4 O Novo Código Florestal (lei nº 12.651/2012).....</b>	<b>49</b>
<b>CAPÍTULO 3: OS ESQUEMAS DE REPRODUÇÃO NA ECONOMIA BRASILEIRA E O DESMATAMENTO.....</b>	<b>54</b>
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>85</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>87</b>
<b>ANEXO A – DEFINIÇÃO DO TAMANHO DAS APPs.....</b>	<b>90</b>
<b>ANEXO B – LOCALIZAÇÃO DE UMA ÁREA DE RL.....</b>	<b>93</b>
<b>ANEXO C – PESO DA PETROBRAS EM RELAÇÃO A AMOSTRA E AO D-I .....</b>	<b>94</b>
<b>ANEXO D – PESO DA VALE EM RELAÇÃO A AMOSTRA E AO D-I.....</b>	<b>97</b>
<b>ANEXO E – DETERMINANTES DA TAXA MÉDIA DE LUCRO DA PETROBRAS ENTRE 2010 E 2023 .....</b>	<b>100</b>
<b>ANEXO F – PESO DA JBS EM RELAÇÃO A AMOSTRA E AO D-II.....</b>	<b>101</b>
<b>ANEXO G – PESO DA BRF S.A EM RELAÇÃO A AMOSTRA E AO D-II.....</b>	<b>104</b>

## INTRODUÇÃO

Para o capital a luta é por um acesso seguro e mais barato de recursos naturais, ao mesmo tempo problemas como a poluição do ar e da água, esgotamento de recursos naturais e desertificação são negligenciados ou vistos meramente como externalidades.

A ideologia capitalista, com a sua produção incessante de mercadorias e acumulação de capital, leva a um desequilíbrio natural com o meio ambiente pela tendência de degradar a natureza. Karl Marx, no século XIX, ao tentar desvendar a dinâmica contraditória do capitalismo, relatou em passagens de *O Capital*, volume I, que o modelo de sistema agrícola do período já apresentava a existência de uma lógica que busca exaurir o máximo dos nutrientes do solo em troca de maximização de lucro, levando o meio ambiente à degradação.

Essa relação entre homem e natureza leva a uma ruptura metabólica. O conceito de “ruptura metabólica”, proposto por Marx, em *O Capital*, Volume I, e utilizado na economia contemporânea por Kohei Saito, argumenta que a exploração capitalista leva a natureza ao seu esgotamento, produzindo um desequilíbrio ecológico.

O sistema capitalista que busca continuamente por acumulação de capital e lucro produz como consequências: aquecimento global, poluição, crises climáticas e destruição de ecossistemas. Assim, conforme Saito argumentou, um certo valor de uso da natureza é profundamente modificado sob o capitalismo em favor da valorização, e essa elasticidade da natureza é a justificativa para a exploração intensiva e extensiva da natureza pelo capital.

Ao formular o conceito-chave dos esquemas de reprodução, Marx (2013), possibilitou condições para analisar como se realiza a circulação e reprodução do capital em uma economia ao longo do tempo. Sustentou que se fosse observado um crescimento no desequilíbrio entre os departamentos dessa economia o reflexo seria o início da manifestação de uma forma de crise econômica, e se essa elevação na desproporção interdepartamental fosse acompanhada de uma queda na taxa média de lucro teríamos o conteúdo da crise.

A economia brasileira do século XXI sofre com aumento de temperatura em todo o território, cidades cobertas de fumaça de queimadas, secas extremas e inundações. O cotidiano do trabalhador brasileiro passa a ser cada dia mais inóspito e de difícil sobrevivência. Essa “crise ecológica” é resultado das determinações da forma econômica de processos transitórios nesse intercâmbio metabólico do homem com a natureza.

O desmatamento, por sua vez, se refere à remoção ou destruição de florestas e áreas de vegetação, em geral para dar espaço a atividades humanas, como a mineração e atividades agrícolas tais quais a exploração de recursos naturais, queimas etc. Enquanto isso, os biomas

são grandes regiões ecológicas caracterizadas por tipos específicos de clima, solo e vegetação com mesmos tipos de flora e fauna, que abrigam comunidades de organismos adaptados a essas condições

Segundo dados do MapBiomass, entre 1985 e 2023, o Brasil registou uma perda de 33% de suas áreas naturais totais. Essas áreas naturais são compostas de vegetação nativa, superfície de água e áreas naturais não vegetadas, como, por exemplo, as praias. As mudanças que ocorrem com as alterações de cobertura e uso da terra levam a fatores que impactam diretamente no aumento dos riscos climáticos no país.

Nesse sentido, o presente trabalho tem como problema investigativo: analisar qual é a relação entre a desproporção interdepartamental na economia brasileira entre 2010 e 2022 e o avanço da perda de cobertura florestal e de superfície de água disponível nos biomas brasileiros e na região do MATOPIBA (Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia) no período.

Para formular uma resposta à esse questionamento propõe-se analisar, a partir da base de dados Estudos Marxista de Valores Adicionados (EMVA) e dos dados ofertados sobre cobertura florestal e superfície de água disponível do projeto MapBiomass, se é possível argumentar que o aumento na desproporção entre os departamentos é acompanhado por uma diminuição da cobertura florestal e da superfície de água disponível nos biomas Amazônia, Cerrado, Caatinga, Pampa, Mata Atlântica e na região do MATOPIBA entre 2010 e 2022.

Uma vez que o impulso do capital para explorar as forças naturais é ilimitado dado que essas forças funcionam como fatores de produção gratuitos e de redução de custos, a hipótese adotada, neste projeto, é que o aumento do acesso de terras adicionais e a recursos naturais não-pagos é resultado da combinação entre o aumento da desproporção interdepartamental e a recuperação da lucratividade média da economia brasileira entre 2016 e 2022.

O objetivo se torna analisar a relação entre a desproporção interdepartamental da economia brasileira, entre 2010 e 2022, inserida em uma perspectiva marxista, e a perda de cobertura florestal e de superfície de água disponível no período.

Para formular uma resposta a esse questionamento propõe-se duas hipóteses de análise. A partir da base de dados Estudos Marxista de Valores Adicionados (EMVA) e dos dados ofertados sobre cobertura florestal e superfície de água disponível do projeto MapBiomass, a primeira hipótese consiste em investigar se há a possibilidade de argumentar que o aumento na desproporção entre os departamentos é acompanhado por uma diminuição da cobertura florestal e da superfície de água disponível nos biomas Amazônia, Cerrado, Caatinga, Pampa, Mata Atlântica e Pantanal, entre 2010 e 2022. A segunda hipótese é analisar se essa combinação,

aumento da desproporção interdepartamental com a redução na cobertura do solo brasileiro, é resultado da desigualdade econômica e exploração de recursos não pagos.

Portanto, o trabalho está dividido em quatro seções, tirando essa breve introdução. A primeira seção é uma revisão de literatura sobre os esquemas de reprodução de Marx, a crítica de Rosa Luxemburgo aos esquemas e a necessidade dos mercados externos. A relação entre o meio ambiente e Marx, trabalhados por Kohei Sato, Burkett e Foster, bem como uma revisão aplicada dos esquemas de reprodução na economia brasileira contemporânea por Azevedo e Moraes. A segunda seção debruça-se sobre uma análise do desmatamento brasileiro, e algumas medidas de proteção adotadas, e a relação com os biomas e os impactos. A terceira seção apresenta a relação entre os esquemas de reprodução na economia brasileira e desmatamento.

Por fim, o trabalho faz algumas considerações finais que consistem em: primeiramente, a defesa de que é possível estabelecer uma relação direta entre desmatamento e desproporção entre os setores. O que nos leva a pensar que em um país periférico, como o Brasil, o impasse do desequilíbrio é em partes solucionado com o avanço do desmatamento para a ampliação do departamento de meios de consumo. Em segundo lugar, foi observada uma recuperação na taxa de lucro por retração do departamento de meios de produção, fator indicativo de que, pelo lado do valor, a economia brasileira apresenta possibilidades de recuperação mesmo que isso implique em destruição de ecossistemas. O limite da acumulação de capital, para o Brasil, é, em partes, o limite que a sociedade impõe para a exploração do meio ambiente. Destaca-se, ainda, o fato de que as consequências dos expostos acima são uma sociedade que se distancia cada vez mais de um ponto mínimo de conciliação entre natureza e homem. Elementos sobre os quais as leitoras e leitores são convidados a aprofundarem-se nas páginas a seguir.

## CAPÍTULO 1: OS ESQUEMAS DE REPRODUÇÃO DE MARX, A CRÍTICA DE ROSA LUXEMBURGO, ECOSSOCIALISMO DE KOHEI SAITO E A ECONOMIA ECOLOGIA DE MARX PARA BURKETT E FOSTER

Ao se utilizar do método dialético Marx propõe analisar as contradições internas do sistema capitalista. Dessa forma, no livro II d' *O Capital* ele parte da reprodução do capital total, dividido em dois grandes departamentos da economia, para explicar as três modalidades de consumo que ficam implícitas na análise do ciclo do capital individual. Essas três modalidades são: consumo privado dos capitalistas, consumo privado dos trabalhadores e o consumo produtivo dos capitalistas.

Assim, Marx formula os esquemas de reprodução para conseguir demonstrar as relações entre as três modalidades de consumo. Destaca-se que os esquemas de reprodução de Marx são um conceito-chave para a teoria marxista, ao conseguir descrever interpretações acerca de como a economia capitalista se reproduz ao longo do tempo. Desta maneira, pode-se argumentar que os esquemas de reprodução são uma ferramenta que analisa a circulação e a reprodução do capital, expondo o problema da realização ou da demanda efetiva.

Sendo assim, a proposta neste trabalho consiste em utilizar a formulação dos esquemas de reprodução como uma ferramenta para analisar o desmatamento nos biomas brasileiros. Para tanto, essa seção tem como objetivo uma revisão de literatura acerca do tema, para articular as dinâmicas que serão apresentadas no capítulo 3.

Logo, a primeira parte deste capítulo abordará como Marx apresenta os esquemas de reprodução nos capítulos 20 e 21 d'*O Capital*, Livro II. Na segunda parte, será realizada uma análise dos esquemas de reprodução de Marx sob a perspectiva de Rosa Luxemburgo (1984) com o intuito de trazer luz a questão dos mercados externos tratadas neste trabalho. Na terceira parte, será feita uma análise da ecologia de Marx pela ótica de Kohei Saito (2021), bem como da discussão do metabolismo entre natureza e homem, algo que se alinha com o objetivo deste trabalho que é relacionar a teoria econômica de Marx e o desmatamento.

Na quarta parte, a proposta é avaliar como Paul Burkett e John Bellamy Foster entendem a posição de Marx na questão da ruptura metabólica e da termodinâmica na economia ecológica. Por fim, apresenta-se uma revisão aplicada sobre os próprios esquemas de reprodução de Marx traduzidos para a economia brasileira, pelas análises de Azevedo e Moraes (2025).

## 1.1 Esquemas de Reprodução de Marx

Marx analisa como as contradições capitalistas, no seu interior, se manifestam em ações externas e afirma que a totalidade não é uma mera soma dessas partes, mas é definida pelas condições gerais que permitem que o capital se mantenha e se reproduza.

No livro II *d'O Capital*, essa totalidade é observada através das relações entre os departamentos de produção da economia. Assim, a acumulação capitalista cria, em seu núcleo, a necessidade de uma reprodução contínua, seja simples ou ampliada, do capital, para garantir a efetividade do sistema capitalista.

Marx inicia a formulação dos esquemas de reprodução por meio de uma pergunta: como se repõe, segundo seu valor e a partir do produto anual, o capital consumido na produção, e como o movimento dessa reposição se entrelaça com o consumo que os capitalistas e os trabalhadores efetuam, respectivamente, da mais-valia e do salário?

Para Marx, a diferença entre a reprodução simples e a ampliada reside na forma como a mais-valia é utilizado. Marx representa a reprodução da economia a partir de sua divisão em dois grandes departamentos. Departamento I (D-I), que corresponde à produção de meios de produção – destinados ao consumo produtivo; e Departamento II (D-II), que corresponde à produção de meios de consumo – destinados ao consumo individual.

Em cada departamento, o capital se divide em capital variável e capital constante. Em outras palavras, o capital variável representa os salários pagos à força de trabalho empregada, enquanto o capital constante refere-se aos valores dos meios de produção utilizados, que se subdividem em capital constante fixo (como por exemplo, máquinas e equipamentos) e capital constante circulante (como por exemplo, matérias primas). Assim, temos:

$$D - I = c1 + v1 + m1$$

$$D - II = c2 + v2 + m2$$

Onde:

$c1$  representa todo o capital constante do departamento de produção de meios de produção;

$c2$  representa todo o capital constante do departamento de produção de meios de consumo;

$v1$  representa todo o capital variável do departamento de produção de meios de produção;

$v_2$  representa todo o capital variável do departamento de produção de meios de consumo;

$m_1$  representa todo a mais-valia do departamento de produção de meios de produção;

$m_2$  representa todo a mais-valia do departamento de produção de meios de consumo.

Na reprodução simples, Marx assume que a mais-valia é inteiramente consumido de maneira improdutiva, ou seja, a totalidade da massa de mais-valia é direcionada ao consumo privado dos capitalistas, assegurando a reprodução do capital na escala em que se encontra.

O objetivo em questão é compreender como a reposição do capital se conecta com o consumo individual, partindo da ideia de que o ciclo do capital é repetitivo, no sentido de que a produção do próximo ciclo não é aumentada, apenas reposta.

Com base nisso, chegamos às seguintes conclusões:

1.  $v_1$  e  $m_1$  precisam ser consumidos no departamento de produção de meios de consumo como produtos. Esse consumo em forma de produto se torna os meios de produção do setor de meios de consumo,  $c_2 = v_1 + m_1$ ;
2.  $v_2$  e  $m_2$  são demandas dentro do próprio departamento de produção de meios de consumo, podendo ser divididos em meios de consumo necessário e consumo de luxo;
3. Para que exista equilíbrio na reprodução, é necessário que o capital constante do departamento de produção de meios de consumo ( $c_2$ ) seja equivalente à soma do capital variável e do consumo da mais-valia do departamento de produção de meios de produção ( $v_1, m_1$ ).

Se,  $c_2 = v_1 + m_1$  indica que há um equilíbrio entre os departamentos, a condição de equilíbrio interdepartamental proposta por Marx reflete a relação de trocas interdepartamentais necessária entre os departamentos, ao considerar a totalidade.

Isso significa que trabalhadores e capitalistas de D-I despendem todos os recursos em meios de consumo do D-II e esse valor deve ser equivalente aos meios de produção ofertados ao D-II. O valor despendido na produção de  $c_2$  deve ser igual ao valor de  $v_1$  e  $m_1$ , a fim de garantir o equilíbrio na economia. Em outras palavras, a condição de equilíbrio entre os departamentos é realizada pelas trocas interdepartamentais.

No entanto, a condição fundamental para a reprodução do sistema capitalista é a acumulação do capital. Essa acumulação se dá por meio da transformação da mais-valia em investimento.

Para a reprodução ampliada, Marx argumenta que diferentemente da reprodução simples, em que a mais-valia era integralmente consumido no consumo privado dos capitalistas, uma parte dessa mais-valia virará consumo produtivo e outra parte consumo privado.

Assim, temos as equações:

$$D - I = c1 + v1 + m1$$

$$D - II = c2 + v2 + m2$$

Onde:

$c1$  representa todo o capital constante do departamento de produção de meios de produção;

$c2$  representa todo o capital constante do departamento de produção de meios de consumo;

$v1$  representa todo o capital variável do departamento de produção de meios de produção;

$v2$  representa todo o capital variável do departamento de produção de meios de consumo;

$m1$  representa todo a mais-valia do departamento de produção de meios de produção;

$m2$  representa todo a mais-valia do departamento de produção de meios de consumo.

Seguindo a mesma lógica da reprodução simples, existem dois grandes departamentos na economia: departamento de produção de meios de produção (D-I) e departamento de produção de meios de consumo (D-II). Para o D-I,  $c1$  gera uma demanda interna, enquanto  $v1$  e  $m1$  são demandas interdepartamentais, direcionadas a D-II. Para o D-II,  $c2$  gera demanda para D-I e  $v2$  e  $m2$  são demandas internas do próprio departamento.

A diferença para a reprodução ampliada é vista na relação de equilíbrio entre os departamentos, expressa na equação abaixo:

$$c2 + Mc2 = v1 + Mv1 + m1$$

Onde:

$Mc2$  é uma parte da mais-valia que se converte em capital constante adicional;

$Mv1$  é uma parte da mais-valia que se converte em capital variável adicional.

Assim, essa conversão de parte da mais-valia em capital variável adicional inicia-se no D-I, pois o departamento de produção de meios de produção é responsável por fornecer as máquinas e equipamentos necessários para a produção. Assim, se a produção requer ampliação é o D-I que precisa aumentar sua capacidade.

Para o exemplo utilizado por Marx, ao explicar a dinâmica dos esquemas de reprodução, a conversão de uma parte da mais-valia em capital adicional deve respeitar a mesma proporção entre capital constante e capital variável. A mais-valia investida nos meios de produção,  $c$ , e o capital investido em força de trabalho,  $v$ , precisa manter um equilíbrio proporcional, ou seja, nesse processo não ocorre elevação na composição orgânica do capital.

A condição de equilíbrio é estabelecida a partir do capital variável do departamento de produção de meios de produção, com a massa de mais-valia destinada à ampliação do capital variável do D-I, juntamente com a adição de mais-valia consumido por parte dos capitalistas no departamento de produção de meios de produção.

Em casos de desproporção entre os departamentos, Marx afirma que representa a primeira forma de manifestação de uma crise econômica. Partindo desse pressuposto, o projeto propõe a analisar como a desproporção interdepartamental na economia brasileira, vista principalmente a partir da segunda década do século XXI, pode estar relacionada com o aumento no desmatamento dos biomas brasileiros.

## **1.2 Rosa Luxemburgo e a crítica aos esquemas de reprodução**

Rosa Luxemburgo, em “A acumulação do capital”, argumenta que Marx “não conseguia expor com clareza suficiente o processo global da produção capitalista em suas relações concretas, nem suas limitações históricas objetivas.” (Luxemburgo, 1984, p. 3).

Segundo Martins (2022), a teoria de Rosa Luxemburgo sobre a reprodução do capital social total é formada pela questão do “problema de realização”, da mais-valia, onde utiliza-se dos resultados da teoria do valor de Marx e as condições materiais de reprodução. Assim, Rosa Luxemburgo critica os esquemas de reprodução, que ao buscarem fundamentar certas conclusões teóricas, apresentaram algumas limitações. Em especial com a composição orgânica do capital, de Marx, que permanece inalterado ao longo dos anos.

Desta maneira, Rosa Luxemburgo se contrapõe à ideia de Marx em que a reprodução do capital total exige apenas o consumo de trabalhadores e capitalista para sua efetividade. Indo além, ela argumenta que o capital total não é apenas a soma dos capitais individuais. Para a

autora, as condições reais de acumulação de capital total são completamente diferentes das condições de acumulação de capital individual.

Para a marxista alemã, os esquemas de reprodução, considerados a partir da reprodução simples, são a ferramenta mais útil dentro da crítica da economia política. Pois, mesmo que eles não sejam condizentes com a realidade capitalista, visto que o sentido histórico é a acumulação de capital e conseguem refletir a condição material de reprodução do sistema capitalista. De forma que, seu papel é explicitar que a composição material e em valor do produto social total se reproduz no sentido de atender as condições materiais e sociais da produção capitalista.

No entanto, segundo Rosa Luxemburgo, para a reprodução ampliada existe um problema relacionado à como se configura a reprodução social quando uma parte crescente de mais-valia não é consumida pelos capitalistas, mas empregada na ampliação da produção. Argumentando que se torna, então, impossível que os operários e os capitalistas realizem eles mesmos o produto total.

Logo, para Rosa Luxemburgo, o erro de Marx, nos esquemas de reprodução, foi o de definir a acumulação de capital, ou seja, a realização da mais-valia e a reposição dos elementos do capital constante e do capital variável, apenas pelo consumo de operários e capitalistas. Em decorrência disso, ele não percebeu a importância que os mercados externos e a permanente acumulação produtiva têm para a manutenção do capitalismo.

Assim, seu argumento teórico passa a ser a necessidade de “terceira pessoa”, ou seja, mercados externos que consigam cumprir com a realização da mais-valia. “O próprio esquema de reprodução ampliada, depois de examinado mais de perto, nos aponta em todos os sentidos, e transcendendo as próprias relações, para relações que se situem fora da produção capitalista e da acumulação” (Luxemburgo, 1984, p. 19).

Rosa Luxemburgo defende que a questão central dos esquemas sempre foi uma só: como se realiza a mais-valia? E, também, sabemos que a mais-valia só pode ser efetivamente realizado com o ato da compra da mercadoria, ou seja, são os compradores, não consumidores, que realizaram a mais-valia.

O ponto de virada que Rosa Luxemburgo traz para a análise é de que existe uma parte da mais-valia que não pode ser realizada nem pelos operários nem pelos capitalistas. É necessário que essa parcela seja realizada por camadas sociais ou sociedades que por si só não produzem determinantemente sob o modo capitalista.

Desta forma, para a autora, é a existência de mercados externos que absorvem o produto e, portanto, a mais-valia produzido, além de fornecer elementos produtivos e força de trabalho, que se constitui como condição vital para o capital realizar a própria acumulação. Por isso, é

tão importante que seja levado em conta nos esquemas de reprodução, considerados a partir da reprodução ampliada, que a única possibilidade de efetividade é que uma parcela da mais-valia seja realizada nos mercados externos.

Segundo Araújo (2013), Rosa Luxemburgo acredita que a economia capitalista só consegue realizar sua mais-valia, e garantir sua acumulação de capital, quando vão aos mercados externos. Salienta-se que os mercados externos não são limitados por questões geográficas, eles são na realidade economias - ainda não totalmente capitalistas - que possuem capacidade de absorver os produtos dos países imperialistas e de fornecer os meios de produção e a força de trabalho para a reprodução capitalista.

Dito de outra forma, os mercados externos não são apenas um local geográfico para vender excedentes de produção, mas um elemento fundamental e intrínseco ao funcionamento e sobrevivência do capitalismo.

Assim, o imperialismo, para Rosa Luxemburgo, que é inerente ao sistema capitalista, é a competição entre os países já capitalistas por áreas de domínios ainda não totalmente conquistadas pelo capital. Para a marxista alemã, esse é o grande ponto do capitalismo que gera contradição, pois ao mesmo tempo em que essa acumulação de capital precisa expandir-se internamente é necessário também ser externo, pela dominação de nações que ainda não foram totalmente transformadas em capitalistas, e possibilitando, portanto, a transformação dessas economias não capitalistas em capitalistas, destruindo, assim, as bases para a sua própria extensão (Araújo, 2013).

Destaca-se que, para Rosa Luxemburgo, Marx não considera a elevação da composição orgânica do capital. Caso a elevação da composição orgânica fosse considerada, o que se esperaria encontrar seria a formação de um excesso de demanda por meios de produção e um excesso de oferta de meios de consumo.

Além disso, ela se contrapõe aos marxistas russos, em específico Tugan-Baranovski e Bulgákov, sobre as três modalidades de consumo (consumo privado dos capitalistas, consumo privado dos trabalhadores e o consumo produtivo dos capitalistas) que Marx acredita serem condição suficientes para realização da produção excedente, ou seja, a respeito da interpretação de que a desproporção interdepartamental é a própria origem da crise do capital.

Sendo assim, para Rosa Luxemburgo, os esquemas de reprodução, considerados a partir da reprodução ampliada, negligenciam os efeitos da acumulação sobre o aumento da composição orgânica do capital. Há, portanto, uma incoerência em assumir uma análise quantitativa para o processo de acumulação de capital no tempo sem levar em consideração os

efeitos que essa acumulação produz na composição orgânica do capital e na própria relação entre o capitalismo e as outras formas sociais.

Seguindo a lógica proposta por Marx em que a produção do Departamento I (meios de produção) e do Departamento II (meios de consumo) pode ser representada por  $c + v + m$ , Rosa Luxemburgo argumenta que a produção capitalista só se realizaria se pudesse ser representada por  $c + v + m/x$ , onde:

$c$  refere-se ao capital constante;

$v$  é capital variável;

$m$  é a mais-valia;

e “ $m/x$ ” diz respeito a parcela da mais-valia utilizada no consumo improdutivo.

Diferentemente de Marx que vê na desproporção interdepartamental a forma de manifestação da crise, para Rosa Luxemburgo a crise seria a incapacidade dos mercados externos de realizar toda a mais-valia.

Segundo Araújo (2013), esse resultado seria por causa da contradição entre a capacidade ilimitada da produtividade e a capacidade de expansão limitada do consumo social, ou seja, a insuficiência da demanda é capaz de romper com o processo de acumulação capitalista, em razão da incapacidade de realização da mais-valia a ser acumulada, entendida por subconsumo.

Dado o grande desenvolvimento e a concorrência cada vez mais violenta entre os países capitalistas na conquista das regiões não capitalistas, o imperialismo tanto aumenta em violência e energia seu comportamento agressivo em relação ao mundo não-capitalista, como agrava as contradições entre os países concorrentes (Luxemburgo, 1984, p. 305).

Assim, a conquista dos mercados externos pelos países imperialistas viria por meios violentos como as guerras, sistemas de empréstimos internacionais e políticas das esferas de influência. Na conquista desses mercados externos, faz-se alargar a fração do globo que opera dentro do modo de produção capitalista e, ao mesmo tempo, amplia-se a rivalidade internacional (Araújo, 2013).

Por último, segundo Rosa Luxemburgo, o desenvolvimento capitalista exige a existência de um meio ambiente constituído de formas não capitalistas de produção, e camadas sociais também não capitalistas, para a realização da mais-valia.

Uma das principais distinções entre a economia natural e a economia capitalista é que a primeira se caracteriza pelos vínculos pessoais entre os meios de produção e a força de trabalho. As relações capitalistas se formam justamente a partir do rompimento desse vínculo. Ou seja,

Rosa Luxemburgo argumenta que o vínculo entre terra e força de trabalho que fundamenta a economia natural cria dificuldades sérias às exigências de reprodução do capital.

Para Rosa Luxemburgo, fica claro quais são os motivos que levam o desenvolvimento capitalista a perseguir as comunidades que se baseiam em economia natural, pois os objetivos da reprodução capitalista são: 1) apossar-se diretamente das principais fontes de forças produtivas, tais como terras, caça das florestas virgens, minérios, pedras preciosas e metais, produtos vegetais exóticos etc.; 2) liberar a força de trabalho e submetê-la ao capital; 3) introduzir a economia mercantil; e 4) separar a agricultura do artesanato.

### **1.3 Kohei Saito e o Ecossocialismo de Karl Marx**

Kohei Saito<sup>1</sup> argumenta que se Marx tivesse tido tempo para terminar completamente sua crítica à economia política, teria conseguido dar uma ênfase muito maior à perturbação das interações metabólicas entre homem e natureza como a contradição fundamental dentro do capitalismo. Desta forma, o modelo de produção capitalista resulta em inúmeros problemas ecológicos tendo em vista a necessidade de ampliação contínua da acumulação de capital:

O capital de Marx analisa essa tensão para demonstrar que o capital como “subjetivação” do valor pode interagir com a natureza apenas de forma unilateral, na medida em que, de acordo com a lógica do capital, a extração de trabalho abstrato constitui a única fonte da forma capitalista de riqueza (Saito, 2021, p. 130).

É observado que a dinâmica do capital reorganiza e modifica integralmente a relação do homem com a natureza até o ponto de destruição da natureza. A teoria da reificação de Marx comprehende o processo contraditório de capitalização do mundo material e as condições para sua transcendência (Saito, 2021. p. 154) para explicar de que maneira o capital, a partir o processo de produção, consegue modificar as vontades humanas e a própria natureza em função se sua valorização máxima.

Diferentemente de marxistas ocidentais, Saito apoia sua teoria com base na “Escola Kumura” para analisar o esgotamento da força de trabalho e do solo não apenas como manifestação das contradições do capitalismo, mas como um lugar de resistência contra o capital (Saito, 2021).

Em *O Capital*, volume I, Marx caracteriza o trabalho como uma atividade especificadamente humana, sendo um ato de produção intencional e consciente que desenvolve

<sup>1</sup> SAITO, Kohei. Marx's ecological notebooks. **Monthly Review**, Nova York, v. 67, n. 9, fev. 2016. Disponível em: [https://monthlyreviewarchives.org/index.php/mr/article/view/MR-067-09-2016-02\\_3](https://monthlyreviewarchives.org/index.php/mr/article/view/MR-067-09-2016-02_3). Acesso em: 24, ago. 2025.

o metabolismo entre humanos e natureza, sendo este metabolismo descrito como a produção de valores de uso independente de qualquer forma social específica (Saito, 2021, p. 131). Assim, o trabalho é a ponte metabólica entre humanos e natureza e é essencialmente dependente e condicionado pela própria natureza. O uso da força de trabalho apresenta limites físicos além dos quais ela se esgota e se torna incapaz de se reproduzir, como ocorre com o uso da terra. Mas quais são exatamente esses limites? Ao ignorá-los, a produção capitalista acaba por encontrar outras limitações materiais. Para Marx, a natureza não é apenas o que origina a riqueza material, mas também algo que trabalha ativamente em conjunto com os produtores no processo de trabalho. E é apenas com essa relação entre natureza e homem que a sociedade possui capacidade de produzir, reproduzir e perpetuar sua vida na terra.

Marx explica que as mercadorias são uma combinação entre valor e valor de uso. O primeiro não tem uma forma específica (palpável) como o segundo. O valor é “puramente social” e a “substância” do valor é o trabalho abstrato. No entanto, existe uma diferença entre o que é valor e o que é trabalho abstrato, logo, valor é puramente social enquanto o trabalho abstrato é e, nesse sentido, tão material e transitório quanto o trabalho concreto, segundo Saito.

Para Saito, o capitalismo traz consigo novas características sociais para a interação metabólica entre natureza e homem, visto que o valor passa a ser para os produtores de mercadorias o elemento fundamental do que deve ser produzido. A produção social nada mais é do que a própria interação metabólica entre homem e natureza, com o valor se tornando o novo mediador. Consequentemente, o dispêndio de trabalho abstrato é o principal fator levado em consideração, e não natureza, o que acaba por gerar uma relação contraditória entre os limites do homem e da natureza desenvolvidos na produção capitalista.

O valor de uma mercadoria é social, visto que ele não inclui conteúdo material, porém mesmo o valor sendo “puramente social” não se pode argumentar que com a transição metabólica entre homem e natureza ele não apresente alterações. Isto pois, o próprio Marx afirma que essa transição metabólica entre natureza e homem precisa ser organizada e essa mediação só ocorre pelo valor.

Assim, não há diferença entre o modo de produção capitalista e qualquer outro modo de produção pré-capitalista no que diz respeito à necessidade material de determinar o metabolismo entre homem e natureza, pois é do cerne do ser humano necessitar da relação metabólica com o meio ambiente para garantir sua sobrevivência, o que diferencia o capitalismo é a necessidade fundamental da existência do valor como “puramente social” para determinar os limites de sua acumulação.

Tendo em vista que este trabalho tem como objetivo explicitar como os esquemas de reprodução de Marx servem como ferramenta de análise do desmatamento brasileiro, pode parecer uma digressão tratar dos conceitos de valor e trabalho abstrato. No entanto, é a partir do conceito de trabalho abstrato, que não possui vínculo material, que se consegue explicar a destruição que vem sendo realizada em diversas dimensões do metabolismo universal da natureza que ocorre nas trocas interdepartamentais dos esquemas.

Logo, Saito argumenta que embora o capital queira subjugar todas as propriedades naturais materiais, pois existe um limite físico em que a natureza poder ser explorada, destruída, devastada pelo capital. A consequência é uma lógica capitalista com prática social cada vez mais hostil à natureza, resultando em uma crise do desenvolvimento humano sustentável (Saito, 2021) até a sua destruição.

A ponte entre homem e natureza, sua relação metabólica, no capitalismo sofre modificação quando o modo de produção capitalista estrutura um determinado metabolismo humano com a natureza em escala nacional e global. As forças da natureza são, embora elásticas, sempre limitadas de várias maneiras, resultado em ecocrise em múltiplas esferas (Saito, 2021).

Quando o capital consegue, com a mediação do valor, organizar a interação metabólica entre natureza e homem torna-se inevitável que seja realizada pelo trabalho abstrato, o que acaba por transformar o valor não mais como em um mediador da produção social, mas a meta final de produção, em que a extração máxima do metabolismo entre homem e natureza seja realizado.

O desejo de acumulação de capital nunca pode ser satisfeito com um certo valor de uso qualitativo; é um movimento “sem fim” de uma quantidade em crescimento incessante (Marx, 2013). Com as transformações do capital torna-se claro que o trabalho abstrato passa a ser a única fonte de aumento de riqueza capitalista, com o valor como capital.

Por consequência, toda a energia voltada para o trabalho abstrato gera um desequilíbrio na relação homem com a natureza, uma vez que tanto a força de trabalho quanto a natureza são importantes para o capital apenas como “suportes” de valor, o capital negligencia os vários aspectos desses dois fatores de produção fundamentais, o que muitas vezes leva ao seu esgotamento (Saito, 2021).

O capital explora a força de trabalho na mesma medida em que explora da natureza, no entanto a sociedade percebe essas explorações de formas distintas. Marx argumenta que trabalho e terra são os dois “fatores originais” da interação metabólica entre homem e natureza. No entanto, os limites para a exploração do trabalho são mais bem traçados e delimitados do

que da natureza. A sociedade não aceita que o ser humano trabalhe mais de 24h por dia, existe uma questão moral, um limite fisiológico, de que é necessário que o homem tenha um tempo para se recuperar até sua próxima jornada de trabalho.

Desde o final do século XIX esse limite é comumente aceito na sociedade como 8h de trabalho por dia, com escalas de cinco ou seis dias por semana, com um salário “mínimo” para cobrir as necessidades e permitir que a produção continue sempre crescendo. Todos os outros fatores externos não são levados em consideração para o capital. E, as sociedades como um todo adotaram esses padrões e se tornaram as normas.

Porém, os limites aos quais o capital força a natureza ainda não são claros mesmo atualmente, com inundações, ventanias, secas, derretimento em geleiras e o aquecimento global, o capital não deixa de explorar, deteriorar e dizimar o meio ambiente em função de sua finalidade ilimitada de acumulação. Marx, mesmo no século XIX, já argumentava sobre a destruição tanto da vida dos trabalhadores como da própria natureza nas modificações da relação metabólica homem natureza que a produção capitalista traça.

Saito utiliza-se dessas observações para explicitar que os “poderes da natureza” não entrem no processo de valorização, mas no processo de trabalho. Isto pois, a apropriação das “forças naturais” é basicamente gratuita, ou com custos quase insignificantes para a produção, o mesmo que acontece com as forças sociais obtidas com a divisão social do trabalho. As forças naturais entram no processo de trabalho e trabalham junto com a força de trabalho humana (Saito, 2021).

Terra, a água e o vento - para o capital - são recursos não pagos, até mesmo a disponibilidade de matérias-primas e energias baratas saem quase gratuitos ao capital. Assim, é com essas ferramentas que a natureza oferece “gratuitamente” que o modo de produção capitalista consegue reduzir a parte constante do capital circulante e aumentar a produtividade, obtendo uma maximização da mais-valia. Ou seja, aqui o que vemos é a transformação do valor de uso, em valor, que normalmente aparece apenas como “substrato material das relações econômicas”, segundo Marx, em favor da valorização do capital.

Essa relação é negativa, com consequências devastadoras para a própria sociedade, quando gera uma tendência do capital para a exploração brutal das forças gratuitas da natureza e para uma corrida competitiva global em busca de recursos naturais mais baratos (Saito, 2021). A busca incessante por valorização de capital leva ao modo de produção capitalista ignorar as necessidades de recuperação das próprias forças naturais após sua utilização.

Toda forma de natureza orgânica pode ser explorada com capacidade de regeneração até certo ponto. Ao contrário de outros recursos, tais como fosseis e minerais que não

apresentam capacidade de regeneração. Ao tomar as propriedades materiais da natureza para si, o capital mostra-se indiferente às consequências destrutivas de sua atuação. Isso demonstra o quanto o capitalismo é antiecológico.

Países em subdesenvolvimento sofrem bem mais com destruição ecológica que os países desenvolvidos, pois mesmo que exista condição de recuperação da natureza, após o incessante uso de seus recursos, o capital não permite que o uso predatório se interrompa. Explora esses recursos não pagos sem vislumbrar o que serão deles no futuro, uma vez que a “elasticidade do capital” depende da “elasticidade da natureza”, e as economias subdesenvolvidas são, em grande parte, dependentes da produção de bens primários para acumular capital.

O grande problema é que as consequências não sobrevêm de uma hora para outra, os recursos não se esgotam imediatamente, as contaminações em rios, lagos e oceanos demoram anos para apresentarem seus problemas aos ecossistemas.

A destruição ecológica não gera problemas ao capitalismo, que ao contrário, consegue lucrar ainda mais com essa apropriação intensiva (e extensiva) do meio ambiente ao aumentar as forças produtivas e neutralizar qualquer tendência de uma queda na taxa de lucro.

Marx, e Saito, observam que irá existir um momento em que essas forças naturais não serão mais recursos não pagos ao processo de acumulação de capital, exatamente por causa de seu esgotamento. Chega-se ao ponto em que a disponibilidade de força de trabalho não poderá mais aumentar a fim de compensar as condições naturais decrescentes de produtividade. Nesse momento, o que sobrará ao capitalismo para explorar mais com intuito de sua manutenção?

### 1.3.1 A Ecologia de Marx: Liebig e Fraas

A teoria de Marx é, em essência, uma teoria econômica voltada para a compreensão da dinâmica do sistema capitalista, logo, não se pode dizer que desde o início de sua análise ele já compreendia a insustentabilidade ambiental do modo de produção capitalista, ou que isto era um objetivo.

Por consequência, seu trabalho em *O Capital* muitas vezes é reduzido a apenas uma análise das contradições do sistema capitalista sem mostrar as implicações de suas considerações para vários outros campos científicos. No entanto, Marx era um estudioso avido não apenas em economia e política, mas em áreas como biologia, química, física, geologia e mineralogia.

Assim, foi com as ciências naturais que Marx pôde investigar, de maneira exata, como o desenvolvimento da tecnologia voltado ao lucro no capitalismo acaba causando efeitos

inesperados e destrutivos, como o esgotamento do solo e a escassez de recursos naturais (Saito, 2021, p. 248).

Suas pesquisas sobre condições do solo e clima e sobre o tempo de reprodução do capital como incompatível ao tempo de reposição dos nutrientes na agricultura são simples exemplos de como a sua discussão vai além do caráter puramente econômico, sendo relevante para os dias atuais.

Foi com sua divergência da teoria da “lei dos rendimentos decrescentes” de Ricardo que Marx foi mobilizado a aprofundar seus estudos das ciências naturais em busca de informações que o auxiliassem a formular a sua própria teoria. A partir disto, na estruturação da teoria da renda da terra vemos como sua análise da agricultura, em especial do solo, permite reconstruir o desenvolvimento de sua pesquisa com a vida na natureza.

Entre 1865-1866, com as novas discussões sobre “lei dos rendimentos decrescentes”, e o tratamento de fertilidade do solo, Marx inteira, inicialmente, a respeito do estudo da Química Agrícola de Liebig. Mas, é com a sétima edição de *Química Agrícola*, e o surgimento da crítica da agricultura moderna, que ganha forma o início da crítica da ruptura metabólica de Marx.

Em *O Capital* (Livro I), é possível observar como Marx integra parte das teorias de Liebig – não de forma passiva, mas ativamente em sua teoria política –, especialmente em relação à agricultura moderna, caracterizada como um sistema de roubo e negligência das leis naturais do solo. Marx argumenta que a produção capitalista:

Com a predominância sempre crescente da população urbana, amontoada em grandes centros pela produção capitalista, esta, por um lado, acumula a força motriz histórica da sociedade e, por outro lado, *desvirtua o metabolismo entre o homem e a terra*, isto é, o retorno ao solo daqueles elementos que lhe são constitutivos e foram consumidos pelo homem sob forma de alimentos e vestimentas, retorno que é a eterna condição natural da fertilidade permanente do solo. Com isso, ela destrói tanto a saúde física dos trabalhadores urbanos como a vida espiritual dos trabalhadores rurais (Marx, 2013, 572-3. Grifos do autor).

Durante a sétima edição da Química Agrícola, Liebig escreveu:

*Uma duplicação da quantidade de trabalho não pode garantir a disponibilidade do dobro de matéria nutritiva* que o cultivo normal teria fornecido em um determinado período de tempo. A *quantidade dessas matérias constituintes do solo não é igual em todos os campos, e mesmo naqueles campos onde há suprimento suficiente*, sua transformação em uma forma imediatamente eficaz *não depende diretamente do trabalho*, mas de agências externas, que como *o ar são limitadas em seus teores de oxigênio e ácido carbônico*, e que, de acordo com sua quantidade, devem ser aumentadas na mesma proporção que o aumento do trabalho para que este produza um resultado *proporcionalmente útil* (Marx, 1864-1865, p. 32-33, apud Saito, 2021, p. 197).

Para Marx, essa afirmação indicava que a intensificação da produção agrícola por meio de sucessivos investimentos de capital não acarreta um aumento proporcional das safras porque a velocidade da reação química e a soma total dos nutrientes disponíveis no solo são sempre limitadas pela natureza (Saito, 2021).

Marx argumenta, ainda, que não há como ter uma agricultura sustentável enquanto ela for dependente dos preços de mercado. A contradição central está entre as “condições permanentes” da natureza e a lei do modo de produção capitalista:

Mas a forma como o cultivo de determinadas safras depende das flutuações dos preços de mercado e das constantes mudanças no cultivo associadas a essas flutuações de preço, bem como de todo o espírito do modo de produção capitalista, que é voltado ao lucro monetário mais imediato, está em contradição com a agricultura, que deve se preocupar com toda a gama de condições permanentes de vida exigidas pelas gerações humanas interconectadas (Marx, 1864-1865, p. 716, grifo do original, *apud* Saito, 2021, p. 208).

Assim, fica claro que, para Marx, enquanto a agricultura for regulada unicamente por preços de mercados ela não pode ser sustentável, isso porque, se é apenas o preço que é levado em conta, então, a relação metabólica entre homem e natureza sofre ainda mais do que a relação unilateral com o valor.

Segundo Saito (2021), para Marx, o problema do declínio da produtividade agrícola é visto como uma contradição do modo operacional da agricultura, cujo único objetivo é a produção de lucros; e a diminuição da produtividade da terra provém da forma intensiva capitalista do cultivo agrícola.

Portanto, foi com base na *Química Agrícola*, de Liebig, que Marx conseguiu concluir que com o sistema capitalismo existe uma perturbação do metabolismo natural tanto para o roubo de fertilidade do solo quanto para a própria destruição da vida do trabalhador urbano e rural. Ou seja, o capitalismo não apenas esgota a força de trabalho, mas também a força natural.

Segundo Saito (2021), a agricultura moderna de grande escala esgota o solo não por falta de tecnologia e conhecimento científico, mas porque o objetivo absoluto torna-se pressionar as forças naturais:

Em ambas as formas, em vez de um tratamento consciente e racional da terra como propriedade comunal permanente, como condição inalienável para a existência e reprodução da cadeia de gerações humanas, temos a exploração e a dilapidação das forças da terra (para não mencionar o fato de que a exploração se torna dependente não do nível de desenvolvimento social alcançado, mas das condições acidentais e desiguais dos produtores individuais). No caso da pequena propriedade, isso resulta da falta de recursos e dos conhecimentos científicos necessários à aplicação da capacidade produtiva social do trabalho. No caso da grande propriedade fundiária, ela resulta da exploração desses recursos para o enriquecimento mais rápido possível do agricultor e do proprietário. Em ambos os casos ela resulta da dependência do preço de mercado (Marx, 1864-1865, p. 797, *apud* Saito, 2021, p. 215).

Sabe-se que a exploração do solo ameaça a população no longo prazo, sobretudo quando a produção é orientada somente para a obtenção de lucros, e não para a recuperação das condições físicas da vegetação. Assim, para o capital, a compensação por sua destruição natural do solo parece gratuita (Saito, 2021, p. 249). E para Saito (2021) o cenário é ainda pior pelo fato de que o capital ignora os limites do mundo natural, desconsiderando consequências futuras.

A questão de escassez de recursos naturais e a subordinação entre os países pela obtenção de recursos reúne não apenas Marx e Saito, mas também Rosa Luxemburgo. Pois, quanto mais urgente se torna a escassez de recursos naturais, mais violenta se torna a política imperialista (Saito, 2021, p. 255).

Isto acaba implicando em um círculo vicioso de dominação imperialista e pobreza, uma vez que quanto maior a extensão da dominação imperialista maior se torna a corrida para a exploração de recursos naturais, que tem como consequência o esgotamento cada vez mais acelerado das riquezas naturais.

Rosa Luxemburgo participa desse debate ao argumentar que os países imperialistas vão atrás de recursos não pagos em sociedades ainda não completamente capitalistas subordinando-as à lógica do capital para efetiva realização de sua mais-valia. Essa subjugação é violenta e retira a possibilidade dessas sociedades de viverem de forma diferente ao capitalismo.

Conforme já dito anteriormente, imperialismo, para Rosa Luxemburgo, é a competição entre os países já capitalistas por áreas de domínios ainda não totalmente conquistadas pelo capital. O imperialismo ecológico de Saito, por sua vez, é a exploração de recursos e trabalhadores em países inerentes a competição capitalista.

O exemplo usado por Saito foi o imperialismo ecológico levado a cabo na Irlanda, durante os séculos XVIII e XIX, em que a desarmonia do “metabolismo social” e as crises ecológicas do “metabolismo natural” se cristalizaram na doença física e no esgotamento do solo da Irlanda. Trata-se de uma periferia do modo de produção capitalista (Saito, 2021, p. 259) transformando o ecossistema original em um ecossistema objetivado para maximização de lucros e renda da terra.

Portanto, é com a integração da crítica de Liebig do cultivo de roubo que Marx inaugura sua crítica ecológica ao capitalismo<sup>2</sup>, investigando não apenas as causas históricas das

<sup>2</sup> Grande parte de seus pensamentos sobre as questões ecológicas por vezes são vistos apenas em *O Capital* pelas passagens em que Marx argumenta sobre os limites intransponíveis da natureza com os quais os seres humanos deveriam ser cautelosos, visto que toda a produção depende fundamentalmente da natureza. No entanto, em seus cadernos de estudos e manuscritos é possível ver mais detalhadamente toda a busca que Marx faz para compreender a relação entre natureza e homem no sistema capitalista, que está fora do escopo deste trabalho. Para melhores

consequências negativas da agricultura capitalista, mas também a brutalidade imperialista, que está fortemente conectada ao progresso capitalista.

Após 1868, Marx se torna mais envolvido com as pesquisas recentes da área da ciência da natureza, e os debates sobre o sistema de roubo moderno que caracteriza a agricultura passam a divergir de sua teoria e o levam a buscar outros pensadores que possam se articular melhor com sua crítica.

Resumindo: Marx pensou inicialmente que a descrição de Liebig dos efeitos destrutivos da agricultura moderna poderia ser usada como um poderoso argumento contra a lei abstrata dos rendimentos decrescentes de Ricardo e Malthus, mas começou a questionar a teoria de Liebig após 1868, à medida que os debates sobre esgotamento do solo assumiam cada vez mais um tom exagerado e malthusiano (Saito, 2021, p. 284).

Assim, a física “agrícola” de Carl Nikolaus Fraas foi de extrema importância para Marx no desenvolvimento de sua teoria do metabolismo e da agricultura. A “física agrícola” tenta complementar os argumentos da “química agrícola” ao tratar dos efeitos meteorológicos e climáticos sobre a formação dos solos e o crescimento das plantas (Saito, 2021, p. 288). Marx se valeu em vários momentos de sua análise da visão de Fraas sobre a incorporação da questão climática para explicar a dinâmica de crescimento da vegetação.

Quando Fraas sugere que, sob condições climáticas favoráveis, o cultivo pode ocorrer sem esgotamento, mesmo que os nutrientes do solo que as plantas absorvam não sejam devolvidos à terra pelos humanos (Saito, 2021, p. 291), mostra sua divergência com Liebig e explicita a visão de uma agricultura sustentável ao reconhecer o poder da natureza e os próprios ciclos metabólicos dela.

O que Fraas reconhece é a limitação da intervenção humana. A manutenção da fertilidade do solo não é possível sem a cooperação e o apoio da natureza. Isso explica porque ele atribui somente um papel secundário ao uso de fertilizantes químicos em sua visão de uma agricultura mais sustentável. Ele argumenta muitas vezes que o fertilizante químico costuma ser muito caro para os agricultores e, com a concorrência internacional, não é a melhor escolha. E, ao cabo, não é sustentável (Saito, 2021, p. 297).

Desta maneira, foi com Fraas que Marx conseguiu encontrar uma outra visão para uma agricultura sustentável que se distinguia da teoria de Liebig sobre os fertilizantes minerais. Principalmente quando Frras conclui que a influência climática é um fator mais importante para o desenvolvimento das plantas do que a composição química do solo.

detalhes, recomenda-se a leitura completa da obra *O ecossocialismo de Karl Marx* de Kohei Saito, os *Manuscritos Económicos de Marx*, entre 1864-1865, *Collected Works*, v. 3, 5, 6, 24, 34 de Marx e Engels e MEGA<sup>2</sup> IV/26 E IV/31.

Tanto é assim que, segundo Fraas, se as condições materiais para as plantações pioram a ponto de inviabilizarem a produção, as civilizações seriam levadas ao colapso. Ou seja, para Fraas o principal fator para o desenvolvimento das sociedades é o efeito do clima sobre as plantas.

A investigação histórica de Fraas mostra em detalhes que, com o comércio e a indústria, o cultivo provoca novas condições materiais que não são mais favoráveis às colheitas e aos humanos. A diferença entre Fraas e Liebig é explícita. Ambos concordam que uma diminuição da produtividade do solo devida à interação humana irracional com seu meio ambiente mina as condições materiais fundamentais da civilização. Porém, a causa final da diminuição, segundo Fraas, *não é o esgotamento das substâncias minerais do solo, mas o desmatamento excessivo*. A empolgação de Marx com o trabalho de Fraas expressa em uma carta a Engels documenta o aumento, em 1868, de seu interesse na perturbação capitalista do metabolismo entre humanos e natureza. Ele em seguida tentou integrar o novo conhecimento em sua própria economia política (Saito, 2021, p. 308).

Não é uma mera ilusão dizer que foi a partir dos estudos da obra de Fraas que as mudanças climáticas assumiram uma importância nas investigações de Marx, no que diz respeito às perturbações históricas do metabolismo natural pela exploração humana. Marx também reconheceu o problema do desmatamento, que Fraas aponta como um problema do passado, mas acreditou ser, como Saito (2021) diz, “o que há de mais novo”.

Fica claro que, após 1868, Marx deu grande atenção ao problema do sistema moderno de roubo, que ele agora expandiu da produção agrícola para incluir o desmatamento (Saito, 2021, p. 313). Para Marx, o desmatamento se torna um grande perigo não apenas pela consequência na escassez de madeira, mas por uma mudança climática que se liga a uma crise existencial da civilização.

Portanto, a visão ecológica de Marx ao descrever a contradição entre capital e natureza se expressa melhor a partir de 1868 e outros excertos da década de 1870, mostrando uma incorporação das questões ambientais em sua teoria. O capital é, então, confrontado com um limite natural, que impede a redução do tempo necessário de produção, devido à “necessidade fisiológica”, pois vende o produto “antes que atinja a idade econômica normal, o que causa um grande prejuízo para a agricultura” (Saito, 2021, p. 315).

### 1.3.2 Burkett e Foster: metabolismo energético, entropia e ecologia

É comum que alguns pesquisadores do campo da ecologia rejeitem as contribuições de Marx e Engels quanto à análise da evolução da relação entre natureza e homem. Porém, Paul Burkett e John Foster procuram mostrar que, na realidade, a teoria de Marx leva em consideração um modelo metabólico-energético de sistema aberto que seguia todas as

principais premissas da economia ecológica, mas que também (ao contrário da economia ecológica) atribuía a violação das condições de sustentabilidade solar e ambiental às relações de classe da sociedade capitalista (Burkett e Foster, 2006).

Assim, Marx concebe o valor da força de trabalho e a exploração capitalista dos operários tanto a partir da ideia de conservação de energia quanto da dissipação da matéria-energia, ou seja, do aumento de entropia. O que configura a forma específica do sistema capitalista é a produção de mercadorias pelo trabalho assalariado e a apropriação da mais-valia daí decorrente. No entanto, a produção de mercadorias pelo trabalho assalariado só é possível por causa da condição obrigatória de uma interação metabólica entre homem e natureza.

Em outras palavras, o capitalismo só consegue existir porque é capaz de subordinar o meio ambiente à força de trabalho, que produz valor. Burkett e Foster argumentam que aquilo que Marx relaciona com as leis da termodinâmica<sup>3</sup> é conceber o trabalho humano como um sistema dissipativo que produz transformações irreversíveis em mercadorias com valores de uso e valor. Trata-se de um sistema que gera perda para o meio ambiente e essa perda não pode ser compensada, ao contrário de uma máquina de Carnot.

Para Marx, o processo produtivo tem como requisito fundamental que a natureza forneça os meios. Pode-se compreender a dependência do trabalho humano em relação à natureza, ou às “forças naturais”, como dizem Marx, Engels, Burkett e Foster, a partir das características da energia solar. Ora, se a temperatura terrestre chegar a níveis que o próprio corpo humano não é capaz de suportar, como espera-se que as pessoas tenham um ambiente, uma vida, para trabalhar e produzir mercadorias?

Essa constatação foi feita por Marx, no século XIX, ao se debruçar em explicar os limites da força de trabalho e da terra, que por anos foram ignorados como assuntos da economia ecológica<sup>4</sup> e, atualmente, no século XXI, é uma das maiores preocupações da sociedade como um todo.

Pesquisadores como Saito, Burkett e Foster mostram que esse debate da ruptura metabólica entre homem e natureza já estava presente nos discursos de Marx segue atual. A

<sup>3</sup> A 1<sup>a</sup> Lei da Termodinâmica afirma que a energia não pode ser criada nem destruída, apenas transformada, já a 2<sup>a</sup> Lei da Termodinâmica estabelece que a entropia de um sistema isolado sempre aumenta

<sup>4</sup> A área da economia que estuda a sua relação com o meio ambiente é conhecida como economia do meio ambiente. Esse tema se tornou relevante para o *mainstream* econômico na década de 1970 após a crise do petróleo em 1973, e iniciou-se pesquisas voltadas ao meio ambiente pela Economia Ambiental Neoclássica, no entanto a partir da década de 1980 surge a Economia Ecológica que critica a premissa dos problemas ambientais como meras externalidades negativas ao sistema econômico, e adotam a perspectiva do sistema econômico aberto que realiza trocas com o meio ambiente. Essa área só conseguiu ganhar espaço, no campo econômico, para discussões e a partir de 1990.

exploração ambiental vem tornando a terra mais quente, com elevação de temperatura, e o resultado é a piora significativa das condições de produção da vida.

Se Marx considera que o trabalho é a grande força motriz da ruptura metabólica entre o homem e a natureza, esse sistema de troca de energia e matéria, de que trata a 2<sup>a</sup> lei da termodinâmica, também pode ser, portanto, observado em uma troca de matérias nos sistemas sociais pelo processo de trabalho, seja essa relação entre pessoas ou entre pessoa e natureza no sistema capitalista.

Segundo Burkett e Foster (2006), de certa forma Marx explorou os problemas da dependência humana em relação à natureza, os quais, embora não estivessem separados das questões energéticas, não podiam ser reduzidos à energia pura. O que a física via apenas como uma troca de matéria e energia em um sistema fechado, Marx via uma troca de matéria e energia pela relação do trabalho com a terra em um sistema aberto como era a economia da Europa no século XIX.

Tanto a natureza quanto o trabalho humano contribuem para a produção do valor de uso, mas diferentemente do valor que não se perde nas trocas, como já ressaltado na análise da teoria do ecossocialismo de Marx por Kohei Saito, uma parcela do valor de uso pode se perder.

É possível pensar como ambos os casos aparecem nos esquemas de reprodução, considerando os objetivos de continuidade e expansão do capital. Há, porém, sempre uma tendência de realização dos valores e de retorno do ciclo do capital individual às suas condições iniciais apenas em termos de valores e não em termos de valores de uso.

Para Marx, nada pode ter valor sem ser um objeto de utilidade. Se a coisa é inútil, o trabalho nela contido também o é; esse trabalho não conta como trabalho, e, portanto, não cria valor (Marx, 2013).

Portanto, como as mercadorias, assim como todos os valores de uso, são produtos tanto do trabalho quanto da natureza, e como o trabalho é, em si, uma interação com a natureza, a produção e a troca de mercadorias são ao mesmo tempo uma relação social (entre pessoas) e metabólica (entre pessoas e a natureza) (Burkett e Foster, 2006<sup>5</sup>).

Energia também é uma parte central da análise de Marx, não apenas para o valor que a força de trabalho possui, mas também para as dificuldades que os operários enfrentam com a jornada de trabalho. Isso porque Marx associa o valor da força de trabalho ao valor das

<sup>5</sup> Citação retirada do artigo disponível em: [https://johnbellamyfoster.org/wp-content/uploads/2014/07/Burkett-2006-Metabolism\\_energy\\_and\\_entropy\\_in\\_Marxs\\_critique\\_of\\_political\\_economy\\_beyond\\_the\\_Podolinsky\\_myth.pdf](https://johnbellamyfoster.org/wp-content/uploads/2014/07/Burkett-2006-Metabolism_energy_and_entropy_in_Marxs_critique_of_political_economy_beyond_the_Podolinsky_myth.pdf). Acesso em: 25, ago. 2025.

mercadorias que entram no consumo dos trabalhadores e de suas famílias. As pessoas precisam de, no mínimo, comida, roupas e moradia para sobreviverem; e tais necessidades variam de acordo com o clima e as particularidades geográficas dos países que essas pessoas estão inseridas. Logo, Marx observa que o valor da força de trabalho precisa incluir o valor das mercadorias necessárias para manutenção da existência do operário e se sua família.

A forma de dissipação da matéria e da energia no sistema capitalista se dá pela dissipação da energia necessária à reprodução da força de trabalho. No entanto, tal metabolismo energético fica mais claro quando Marx relaciona o valor da força de trabalho com as atividades da força de trabalho. A criação de valor pela força de trabalho exige a transposição da força de trabalho em trabalho, ou seja, um gasto produtivo de cérebros, músculos, nervos, mãos etc.

Essa criação de valor, Marx argumenta muito bem, não gera nova matéria apenas que a matéria-energia assume uma nova forma como resultado do trabalho. Ou seja, Marx continua a respeitar a 2<sup>a</sup> lei da termodinâmica. Vale destacar que não cabe ao escopo deste trabalho detalhar o debate que se formou no campo ecológico marxista sobre Marx respeitar ou não as leis da termodinâmica. As análises feitas por Burkett e Foster examinam de forma mais que satisfatória esse debate.

A relação entre termodinâmica e metabolismo energético ficam mais claras na análise da máquina e da grande indústria no capítulo 13 de *O Capital*, Livro I. Segundo Burkett e Foster (2006) é essa análise da mecanização capitalista que consegue fornecer uma explicação estrutural, baseada na divisão de classes, de como e por que a produção humana rompeu definitivamente a “restrição orçamentária de viver da renda solar” e passou a viver do capital geológico.

Podemos dizer que é no capítulo 13 de *O Capital*, Livro I, que as considerações das leis da termodinâmica são mais explicitamente utilizadas para observar o capitalismo industrial com a produção das máquinas como uma transferência de força de uma parte do sistema para outra. Assim, segundo Burkett e Foster (2006), Marx argumenta que a revolução das máquinas não se inicia com motor e suas energias, mas sim com a máquina-ferramenta, ou máquina de trabalho, ou seja, com a parte do trabalho mecanizada que conseguia incorporar diretamente os principais materiais.

O atrito entre a evolução das máquinas e das fontes de energia, que é consequência de sistemas de máquinas cada vez mais completos e de larga escala, ocupa para Marx uma posição central no processo entrópico associado à grande indústria. Além desse atrito, existiu outro motivo pelo qual Marx rejeitou o reducionismo energético em sua análise da indústria, que foi percepção de que o “desenvolvimento das forças sociais do trabalho” no sistema capitalismo

envolvia não apenas as máquinas e suas forças motrizes, mas também “a aplicação de agentes químicos e outros agentes naturais”, de uma forma que não pode ser reduzida à mera transmissão de energia (Burkett e Foster, 2006).

Como ressaltado por Saito, é com a questão da agricultura, do solo (e o tempo de utilização e renovação do Liebig), que Marx mais explicita a interação metabólica do homem com a natureza na relação entre o meio ambiente, meios de produção e força de trabalho. Assim, Marx argumenta que:

Em todos os casos, o tempo de produção do capital adiantado consiste em dois períodos: um período em que o capital encontra-se no processo de trabalho e outro em que sua forma de existência – como produto inacabado – permanece fora do processo de trabalho, deixada à ação de processos naturais (Marx, 2013, p. 332).

A partir disso se torna mais claro explicar como Marx utiliza a ruptura metabólica e a entropia para explicar a relação trabalho e terra. Marx argumenta que os sistemas metabólicos que reproduzem as forças produtivas do trabalho e da terra são suscetíveis a choques adversos provenientes do sistema de acumulação de capital industrial ao qual estão conectados (Burkett e Foster, 2006).

Assim, se a 1<sup>a</sup> lei da termodinâmica assevera que não há nem criação nem destruição de matéria-energia, o que o capitalismo faz com os processos bioquímicos para sustentar a relação homem e natureza danifica significativamente a capacidade metabólica de produção da natureza. E, essa degradação poder ser claramente vista como uma forma de dissipação entrópica de matéria-energia (Burkett e Foster, 2006).

Considerando os fundamentos da teoria termodinâmica, Marx se mostra consistente com as ideias das ciências da natureza em seu tempo. Segundo Burkett e Foster (2008), é realmente difícil para os leitores superficiais entenderem como a termodinâmica encontra-se inserida nos próprios poros da análise de Marx quando observam apenas uma teoria das leis capitalistas do valor de troca.

Isso se deve ao fato de que a concepção dialética de valor em Marx lhe confere, desde o início, um caráter duplo: valor de uso e valor de troca, que juntos constituem as relações mercantis. O valor de uso incorpora as condições de produção e, em particular, as propriedades naturais e materiais incorporadas na produção, que são pré-requisitos universais (uma concepção ecológica fundamental). Enquanto o valor de troca está relacionado ao aumento do valor econômico excedente para o capitalista — uma forma social específica de produção. O método de Marx nunca é ignorar qualquer um dos lados dessa dialética, mas analisar conjuntamente suas relações e contradições em desenvolvimento. (Burkett e Foster, 2008, p. 25).

Marx vai além ao desenvolver uma teoria da crise ecológica baseada na ruptura metabólica entre a natureza e a sociedade, provocada pela agricultura capitalista e pela urbanização (Burkett e Foster, 2008). Por se tratar do século XIX, as consequências exatas dessa

crise não foram mais bem trabalhadas por Marx, mas com base em passagens de *O Capital*, Livro I e III (Marx, 1976, p. 636–639; 1981, p. 948–949), Foster e Burkett (2008) afirmam que:

os nutrientes do solo (nitrogênio, fósforo e potássio) não são devolvidos à terra, mas transportados por centenas e milhares de quilômetros na forma de alimentos e fibras para as cidades, onde acabam contribuindo para a poluição urbana. A busca por fertilizantes para superar essa ruptura leva ao desenvolvimento de um comércio global de guano e, posteriormente, ao surgimento de fertilizantes artificiais, criando novas contradições ecológicas (Foster e Burkett, 2008, p. 27).

Ou seja, Marx definiu o processo de trabalho em si como um processo metabólico e ainda analisou tanto em termos físicos quanto em termos da transferência fisiológica de energia.

#### **1.4 Os esquemas de reprodução de Marx enquanto ferramenta econômica**

Azevedo e Moraes (2025) transformam a análise da evolução da condição de equilíbrio interdepartamental e sua relação com a variação da taxa média de lucro em uma ferramenta da análise da economia brasileira contemporânea. Dessa forma, utilizam uma amostra com dados contábeis de 54 empresas listadas na bolsa de valores (B3) e no indicador Ibovespa para formularem os esquemas de reprodução para a economia brasileira entre os anos de 2010 e 2022.

Assim, a pesquisa dos Estudo Marxista de Valores Adicionados (EMVA) tem como “intuito traduzir rubricas da Demonstração de Valor Adicionado (DVA) e do Balanço Patrimonial para a teoria econômica marxista” (Azevedo; Moraes, 2025, no prelo). Os autores apresentam, desta forma, uma análise empírica dos dados obtidos e organizados através da base de dados EMVA para a economia brasileira.

Uma das frentes de pesquisa da base de dados EMVA envolve a divisão das empresas da amostra nos departamentos de produção de meios de produção (D-I) e de produção de meios de consumo (D-II), que são reconstruídos na mesma lógica de Marx, mas “acrescidos de outros dois setores ou departamentos, quais sejam, os de comércio de dinheiro (D-III) e de comércio de mercadorias (D-IV), conforme indicado pelo próprio Marx ([1894] 2008c) no capítulo 16 do Livro III d’*O Capital*” (Azevedo; Moraes, 2025, no prelo).

A lógica que os autores seguiram para a realização dos cálculos se deu da seguinte forma:

O cálculo da condição de equilíbrio intersetorial, entre os anos de 2010 e 2021, envolve, de um lado, o capital constante e a mais-valia destinada a ampliar o capital constante no setor de produção de meios de consumo,  $c_2$  e  $mc_2$ , respectivamente, e, de outro, o capital variável, a mais-valia destinada a ampliar o capital variável e a mais-valia destinada para o consumo privado nos setores de produção de meios de produção, de comércio de dinheiro e de comércio de mercadorias,  $v_1$ ,  $v_3$ ,  $v_4$ ,  $mv_1$ ,

$mv3$ ,  $mv4$ ,  $ma1$ ,  $ma3$  e  $ma4$ , respectivamente. Como não há produção de valor ou de mais-valia, a nível da totalidade, nos setores de comércio de dinheiro e de mercadorias, consideramos que ambos significam um consumo adicional de renda em relação ao setor de produção de meios de consumo. Somam-se, portanto, ao setor de produção de meios de produção como consumo privado adicional de trabalhadores e capitalistas. Com isso, a condição de equilíbrio para os quatro setores é:  $c2 + mc2 = v1 + v3 + v4 + mv1 + mv3 + mv4 + ma1 + ma3 + ma4$  (Azevedo; Moraes, 2025 no prelo).

Como resultado, foi observada uma inversão no encadeamento dos departamentos de produção para a economia brasileira, quando comparado com os países centrais. E, ao analisar a evolução dos quatro departamentos foi possível verificar que na economia brasileira a desproporção interdepartamental “expressa um recuo na formação de capital adicional no setor de produção de meios de produção diante de um crescimento contínuo na formação de capital adicional no setor de produção de meios de consumo” (Azevedo; Moraes, 2025, no prelo).

A partir desses valores encontrados, os autores enumeram possíveis explicações do que causaria essa evolução, utilizando-se das políticas adotadas no período, bem como dos efeitos das medidas adotadas pelas empresas inseridas na amostra. Considerando a evolução da taxa de mais-valia anual e do capital constante anual, explicam o recuo do departamento de produção de meios de produção e argumentam que ocorre uma inversão na articulação entre os departamentos, uma vez que, “a reprodução ampliada tenha seu impulso inicial no setor de produção de meios de consumo e não no setor de produção de meios de produção, significa que, em geral, as crises brasileiras tendem a aparecer sob a forma de um recuo do setor de meios de produção” (Azevedo; Moraes, 2025, no prelo).

O argumento central dos autores é de que o acesso a terras baratas e recursos naturais que não são pagos, como por exemplo a água, atende a uma demanda adicional por capital dos departamentos de produção dos meios de consumo, mesmo que apenas olhando a condição de equilíbrio essa interpretação seja explícita.

Ademais, buscam relacionar a desproporção interdepartamental com a perda de cobertura florestal dos biomas brasileiros a fim de analisar as variações das áreas de cobertura florestal com as áreas de terra para atividades agrícolas.

Portanto, como este trabalho analisa a desproporção entre os departamentos brasileiros com o avanço do desmatamento, o trabalho realizado por Azevedo e Moraes consegue inferir revelações para a construção e realização da hipótese adotada.

## CAPÍTULO 2: DESMATAMENTO

Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações (Brasil, 1988, art. 225).

O desmatamento refere-se ao ato ou efeito de retirada, ou perda, de vegetação. A exploração vegetal das florestas nativas brasileiras ocorre desde os primórdios da colonização portuguesa, visto que o Brasil forneceu sucessivos aportes de novas terras para a colonização baseada na produção agrícola, o que condicionou a colonização como empreendimento mercantil. A derrubada de áreas de vegetação, florestas, solo etc., em território nacional, sucede, em grande maioria, em função do extrativismo animal, vegetal e mineral.

Com o avanço da globalização, as atividades produtivas e econômicas expandiram-se em um ritmo frenético e descontrolado, o que culmina em impactos ao meio ambiente. A derrubada das florestas leva aos prejuízos ao meio ambiente mais visíveis em perda de produtividade, mudanças no regime hidrológico, perda de biodiversidade, aquecimento global e desertificação.

Destaca-se que o processo de desertificação, ou seja, a perda acentuada de qualidade no solo em função de alterações antrópicas no meio, pode ser observado no território brasileiro, em grande maioria no bioma da Caatinga. Segundo a Confederação Nacional de Municípios (CNM) no país, aproximadamente 15% do território corre risco de virar deserto algum dia, sendo os estados da Bahia, Piauí e Paraíba com a maior área de risco. O número de municípios em perigo de desertificação nos três estados supracitados são, ao todo, 291, 217 e 209, respectivamente.

Assim, existe o desmatamento legal, que se refere a áreas de vegetação em que a exploração da terra é autorizada pelos órgãos federativos. Ocorrem desde o início da industrialização para expansão de regiões urbanas, criação de rodovias que ligam cidades, entre outros. O desmatamento ilegal, no entanto, é a perda de vegetação que os órgãos federativos não possuem conhecimento ou não conseguem impedir. A Amazônia serve de exemplo para este tipo de desmatamento, que ocorre em função especial para derrubada de madeira e do garimpo ilegal.

Há também o desmatamento em conversão do uso do solo. É o mais utilizado pelo agronegócio, dado as práticas agrícolas e agropecuárias em que vegetação é retirada, podendo ser por máquinas ou queimadas, para ceder espaço a grandes lavouras de monoculturas e pastagem para criação de gado.

Em 2023, o Brasil totalizou uma perda de 33% de áreas naturais, sendo 13% (aproximadamente 1,1 milhões de km<sup>2</sup>) apenas entre 1985-2023, segundo dados fornecidos pelo projeto MapBiomas<sup>6</sup>. Os biomas Amazônia e Cerrado foram os que mais sofreram perda de áreas de vegetação nativa, em virtude do avanço das fronteiras agrícolas. Para a Amazônia, bioma que atualmente tem 81% de sua área coberta por florestas e vegetação nativa, essa redução indica sinais de chegada no ponto de não retorno, estimados pelos cientistas<sup>7</sup>.

## 2.1 O desmatamento nos biomas brasileiros

A economia de uma região pode ser determinada com base nos biomas presentes naquela área e todas as suas atividades econômicas influenciadas pela sua estrutura vegetal. Assim, é possível que haja desenvolvimento econômico desigual dentro do próprio país, uma vez que suas vegetações são heterogêneas. No Brasil, verifica-se que entre todas as regiões brasileiras grande parte tem suas atividades voltadas para as atividades agrícolas e agropecuárias.

Desta forma, segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2025):

Bioma é um conjunto de vida vegetal e animal, constituído pelo agrupamento de tipos de vegetação que são próximos e que podem ser identificados em nível regional, com condições de geologia e clima semelhantes e que, historicamente, sofreram os mesmos processos de formação da paisagem, resultando em uma diversidade de flora e fauna própria (IBGE, 2025).

Desta maneira, no Brasil existem seis biomas, são eles: Amazônia, Cerrado, Caatinga, Pantanal, Pampa e Mata Atlântica. A organização e distribuição desses biomas formam seus próprios ecossistemas que garantem ao país uma riqueza natural. A Amazônia e o Cerrado, além de serem os maiores biomas nacionais, vem apresentando os maiores índices de exploração em prol das atividades do complexo agroindustrial.

A Amazônia possui em torno de 49% de todo o território nacional, contendo também 20% da disponibilidade mundial de água e 10% das espécies vegetais e animais do planeta. O

<sup>6</sup> O projeto MapBiomas é uma rede global e multi-institucional, formada por universidades, ONGs e empresas de tecnologia, que monitora as transformações na cobertura e no uso da terra nos territórios e seus impactos. Nascido no Brasil, o MapBiomas está atualmente presente em 14 países – toda a América do Sul e Indonésia. Com base em ciência aberta e colaborativa, a rede alimenta uma plataforma que integra imagens de satélite, aprendizado de máquina e computação em nuvem. Todos os dados, mapas, métodos e códigos são disponibilizados de forma pública e gratuita. Desta forma, o MapBiomas opera seguindo os princípios da ciência aberta e colaborativa, envolvendo instituições focadas em diferentes biomas e temas transversais. Utiliza processamento distribuído e automatizado de dados, em parceria com o Google Earth Engine. A plataforma é aberta, escalável e projetada para ser aplicada em diferentes países e contextos. Os dados são liberados assim que a análise e a validação são realizadas, deixando explícitas tanto a acurácia quanto a limitação dessas informações.

<sup>7</sup> Coleção 9, MapBiomas, 2024.

Cerrado, em segundo lugar, ocupa aproximadamente 24% do território nacional. A Mata Atlântica, com aproximadamente 13%, é o bioma com maior ameaça no Brasil, visto que atualmente possui apenas 26% de sua cobertura florestal original. A Caatinga ocupa aproximadamente 10%. E, por fim, o Pampa e o Pantanal com aproximadamente 2%, cada, de cobertura nacional.

Figura 1 – Divisão dos biomas no país.



Fonte: Plenamata, 2025.

Todos os biomas possuem importância, uma vez que, o Brasil é uma composição da união de todas características individuais desses biomas. A possibilidade de grande variação de clima, relevo e vegetação é o que permite, por exemplo, a produção de grãos em lugares específicos do país. A tabela a seguir mostra as principais características de cada um dos biomas brasileiros.

Tabela 1 – Compilado de informações dos biomas

Biomas	Clima	Solo	Vegetação
Amazônia	Floresta úmida equatorial	Rico em nutrientes, mas pobre em minerais.	Floresta densa, com árvores altas e uma rica diversidade de plantas. Rica em árvores de grande porte
Cerrado	Tropical quente e úmido	Ácido e rico em nutrientes, fauna e flora adaptadas à seca	Formação vegetal savânica, com árvores de menor porte, arbustos e gramíneas. Predominantemente composta por gramíneas, arbustos, bem como árvores de pequeno porte
Mata Atlântica	Tropical úmido e subtropical	Rico em nutrientes	Floresta densa e rica em espécies de árvores, como pau-brasil, jatobá e ipê.
Caatinga	Árido e semiárido	Pedregoso e arenoso	Predominantemente xerófita, com plantas adaptadas à seca, como cactos, arbustos, bem como árvores de pequeno porte.
Pampa	Temperado subtropical	Grandes quantidades de areia, com baixa fertilidade	Formação vegetal composta por campos, <u>matas ciliares</u> e áreas úmidas.
Pantanal	Temperado subtropical	Planície inundável, com baixa fertilidade	Variada, incluindo áreas de savana, florestas e campos alagados.

Fonte: 123ecos; elaboração própria.

O solo, o clima e a vegetação da região determinam muito seu caminho de desenvolvimento. Na Amazônia, por exemplo, a exploração dos recursos naturais que remonta ao início da ocupação colonial não gerou como contrapartida bem-estar à população local, urbanização equilibrada ou desenvolvimento econômico acentuado.

Para a Mata Atlântica, a agricultura é considerada madura, voltada para a exportação e gerando fortes impactos econômicos para a região. No entanto, o bioma sofre com a necessidade

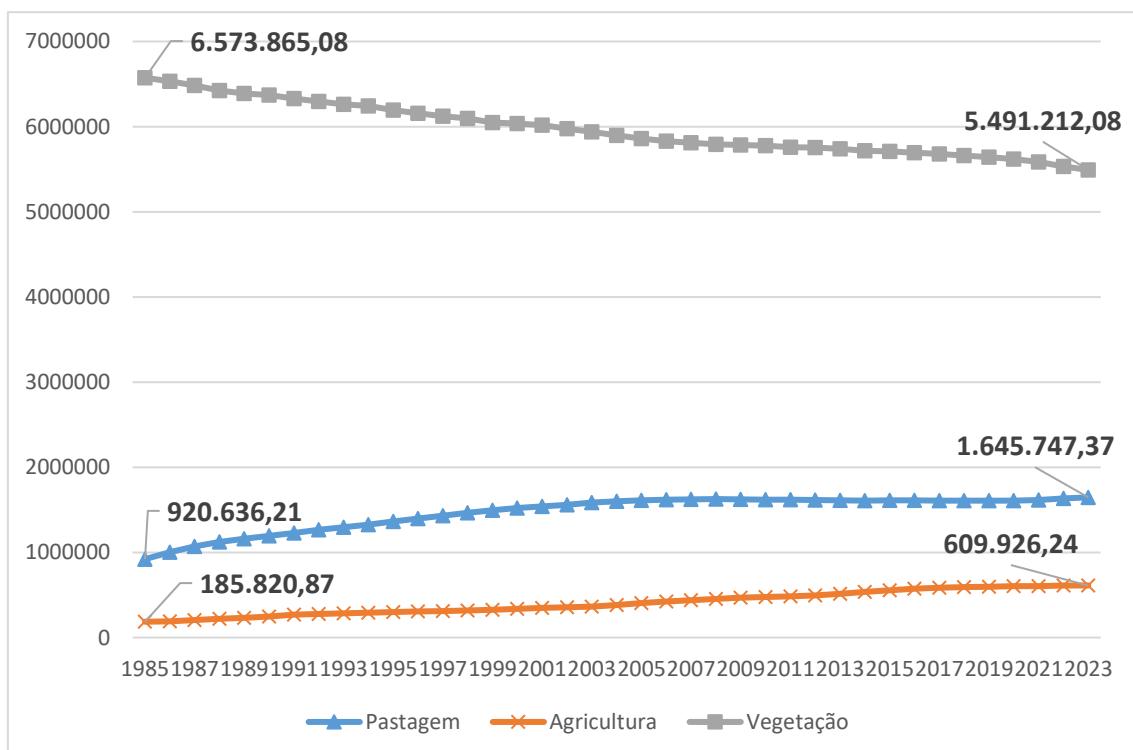
de políticas ambientais voltadas para a recuperação e preservação das características básicas, considerando a perda de mais de 70% de sua cobertura ao longo dos anos.

Na Caatinga, os problemas não se restringem apenas às questões ambientais, como falta de chuva, inadequação do solo e a estrutura agrária, mas também ao desenvolvimento urbano e econômico, com a migração intensa que agravou as condições de urbanização precária e trouxe como consequência um aumento de violência e de disputa hídrica.

O Cerrado foi o bioma que mais sofreu transformações com o setor agrícola nos últimos 40 anos. Ocupando em grande parte o território da última fronteira agrícola do país, seu desmatamento cresce em função das atividades de pastagem e plantação de grãos.

Segundo dados do MapBiomas, dos 27 estados da federação, apenas o Rio de Janeiro teve aumento de vegetação nativa no período entre 1985 e 2023. Todos os demais tiveram redução, com destaque para Rondônia (de 93% em 1985 para 59% em 2023), Maranhão (de 88% para 61%), Mato Grosso (de 87% para 60%) e Tocantis (de 85% para 61%). Todos esses estados contêm os biomas Amazônia e Cerrado como predominantes na sua vegetação.

Gráfico 1: Exploração vegetal no Brasil, em km<sup>2</sup>, entre 1985 e 2023.



Fonte: MapBiomas; elaboração própria.

A sustentabilidade do ecossistema que constitui um bioma possui significativa importância não apenas em termos ecológicos, mas também econômicos. Com base no gráfico

exposto, é possível analisar que dos 1.079.653 de km<sup>2</sup> de vegetação nativa perdida ao longo dos últimos 40 anos, a contrapartida foi para abertura de terra para pastagem e agricultura. Isto se explica, pois o “grande motor” da economia brasileira é a produção para exportação de bens primários, como soja, milho, produção de gado etc.

Desta forma, o discurso propagado por uma parcela da bancada ruralista no Governo Federal e pelos próprios produtores do agronegócio é esta de que o desmatamento é necessário para a continuidade, ou aprimoramento, do “motor” da economia brasileira sem levar em consideração os casos em que o ecossistema dos biomas explorados passa a sofrer dificuldades em sua própria manutenção, ignorando até mesmo a implicação que isto causa na produção de grãos e gado.

A terra não é um instrumento de uso ilimitado para o ser humano. Existe um limite de exploração que se possa realizar com esse solo visando sua recuperação para poder gerar uma nova vegetação que consiga garantir a perpetuação da própria exploração. Acompanhou-se a centralidade que Kohei Saito atribui a essa interação metabólica entre o homem e a natureza e as consequências dessa ruptura no metabolismo humano e meio ambiente.

Como sociedade entendemos que o próprio progresso depende da exploração da natureza, no entanto quando mudanças são realizadas de forma desenfreada, as consequências são igualmente incontornáveis. Com a Revolução Industrial, o aprimoramento das máquinas e equipamentos, o ritmo de urbanização (desorganizada) acelerou exponencialmente em quase todo o mundo, o que culminou em cidades mal planejadas, problemas de infraestrutura, criação de favelas etc.

O conjunto dessa urbanização não planeja e o ritmo acelerado do desmatamento se mostra em tragédias como as enchentes ocorridas em abril de 2024 no estado do Rio Grande do Sul, onde 471 cidades foram atingidas, expulsando mais de 600 mil pessoas de suas casas e matando mais de 170 pessoas<sup>8</sup>. Existem argumentos de que essas consequências não possuem relação entre si, sendo considerados apenas fenômenos naturais que os seres humanos não têm influência. Todavia, pesquisadores como Luciana Gatti, cientista de mudanças climáticas do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE); Alexandre Costa, doutor em Ciências Atmosféricas, professor da Universidade Estadual do Ceará (UFCE); Luiz Marques, docente da Ilum Escola de Ciência do Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais (CNPEM); Carlos Eduardo Frickmann Young, doutor em Ciências Econômicas, professor titular da

<sup>8</sup> Dados fornecidos pelo g1. Disponível em: [https://g1.globo.com/rs/rio-grande-do-sul/noticia/2024/05/29/um-mes-de-enchetes-no-rs-veja-cronologia-do-desastre.ghtml](https://g1.globo.com/rs/rio-grande-do-sul/noticia/2024/05/29/um-mes-de-enchentes-no-rs-veja-cronologia-do-desastre.ghtml). Acesso em: 24, ago. 2024.

Universidade Federal do Rio de Janeiro (IE/UFRJ), no departamento de Economia; possuem trabalhos que arguem como essa relação de exploração do solo, que ignora seus limites, para o avanço humano não tem como ignorar que os desmatamentos que ocorrem na Amazônia, no MATOPIBA e em outras regiões ao norte do país levam a desastres ambientais e tragédias no sul brasileiro, como visto no Rio Grande do Sul.

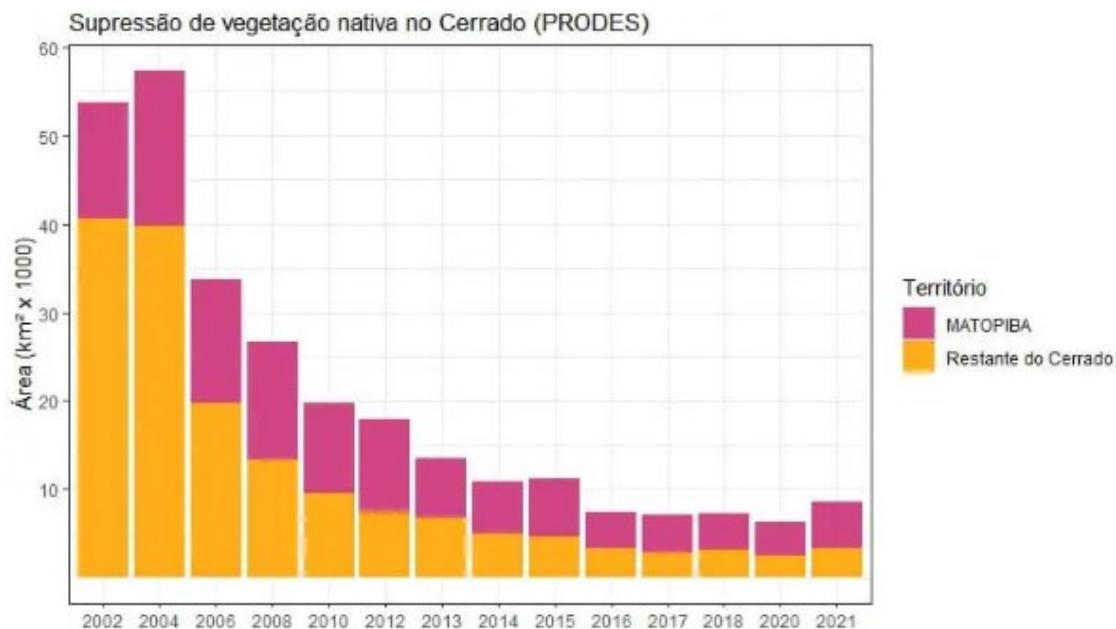
## **2.2 MATOPIBA: explicação da última fronteira agrícola do país e os impactos em sua cobertura vegetal**

O acrônimo MATOPIBA diz respeito à região formada pelo estado do Tocantins, e partes do Maranhão, Bahia e Piauí. É uma região com 337 municípios em 31 microrregiões geográficas e possui uma área de 730.000 km<sup>2</sup>, segundo a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa). Assim, é uma região que se encontra predominantemente no bioma Cerrado, com cerca de 91% de sua cobertura. Os outros biomas em que a região se insere é a Amazônia, com 7,3% e a Caatinga com 1,7%.

Essa região vem passando por transformações tanto em aspectos econômicos quanto sociais, consequência da expansão da agricultura, como produção de grãos, com destaque para soja, milho e algodão (Pereira; Porcionato; Castro, 2018). Considerada a última fronteira agrícola do país, vem sofrendo um desmatamento em ritmo acelerado em favor da agropecuária e de sua produção em grande escala. Assim, essa região possui relevância no cenário brasileiro pela sua produção agropecuária, de forma que para a produção total de soja registrada na safra de 2022/23 o MATOPIBA participou com 12,3%.

O ritmo acelerado de desmatamento na região ocorre em suma para a conversão da vegetação nativa em atividades agropecuárias. Segundo dados do IPAM (Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia), entre 2002 e 2021 o Maranhão foi o maior estado com vegetação desmatada, com um total de 2.281,72 km<sup>2</sup>. Ao acrescentar a área de desmatamento do MATOPIBA no Cerrado, o território perdido para o agronegócio é pouco mais de 3 vezes o território de São Paulo capital.

Gráfico 2: Análise do IPAM com dados do PRODES mostra maior desmatamento no Cerrado no Matopiba desde 2017 a 2021.



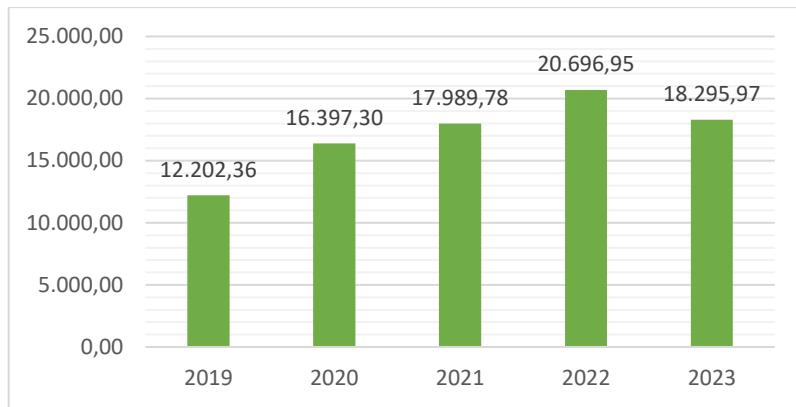
Fonte: Ipam, 2025.

Segundo o IPAM, entre 1985 e 2020 o Cerrado perdeu 19,8% de sua vegetação nativa, ou 265 mil km<sup>2</sup>, que equivalem a uma área maior que a do Piauí. A expansão da agropecuária no bioma no mesmo período é quase complementar: foram 262 mil km<sup>2</sup> destinados à atividade.

De acordo com dados do projeto MapBiomass, a perda de área florestal no período foi de 858.952 hectares, um aumento de 59% em relação ao ano de 2022, o qual já havia registrado aumento (36%) em relação a 2021 na exploração da vegetação nativa, e dois terços (33) dos 50 municípios que mais desmataram no Brasil em 2023 ficam no Cerrado, sendo que todos os 10 municípios com maior área desmatada no Cerrado em 2023 estão localizados no MATOPIBA.

Com base no RAD (Relatório Anual do Desmatamento no Brasil) de 2023 do MapBiomass, o desmatamento na Amazônia diminuiu 62,2%, com 4.542,7 km<sup>2</sup> desmatados em 2023, o Cerrado apresentou um aumento de 67,7%, impulsionado pela região do MATOPIBA.

Gráfico 3: Desmatamento no Brasil, em quilômetros quadrados (km<sup>2</sup>), entre 2019 e 2023.



Fonte: RAD 2023 (MapBiomas), elaboração própria.

Os desmatamentos ocorrem em virtude da agropecuária, que conta com mais de 97% da perda de vegetação nativa nos últimos 7 anos. Segundo o MapBiomas, entre 2019 e 2023 o Brasil perdeu 12.150,96 km<sup>2</sup> de vegetação nativa dentro de Reservas Legais declaradas no CAR. Isso corresponde a 14,2% de toda a área desmatada no país no período.

Isso gera uma alerta para o desmatamento desenfreado que o Cerrado vem passando, pois se o MATOPIBA é considerado a última fronteira agrícola do país e vem, nos últimos 20 anos, sendo a região mais desmatado do Brasil, haverá, em pouco tempo, de se esgotar o solo que possa ser explorado. Fica a questão central do problema do desmatamento como forma de geração de valor para a economia brasileira: se o solo acabar, se as regiões onde há exploração da atividade agropecuária ficarem sem condições de serem exploradas, o que acontece com a economia nacional que se apoia na produção de grãos primários e gado para crescer?

Se o desmatamento deixa ser possível como fonte de valor, de acumulação de capital, para uma parcela mínima da sociedade, como vem sendo desde os primórdios da colonização, o que acontece com o todo o restante da população? E aqui me refiro não a emprego ou renda, mas a condições de vida, como saúde pública, moradia e alimentação. Se o desmatamento avança até seu nível máximo, ou indo além do nível máximo, as consequências são ondas de calor extremo, perda de produtividade ou até mesmo total produção de alimentos, êxodo rural, urbanização não planejada, que traz para a população uma impossibilidade de vida.

### **2.3 Análises das políticas ambientais adotadas no Brasil**

As políticas em prol de uma gestão ambiental no Brasil não foram, e continuam não sendo, em primeiro lugar sobre conservar, preservar e cuidar das florestas, rios e meio ambiente.

A principal preocupação sempre foi o controle e utilização que trariam máximos resultados econômicos da utilização dessa vegetação.

Assim, as primeiras medidas de políticas ambientais nascem na década de 1930 por pressões internacionais e, entre 1930 e 1960, não ocorreram próprias políticas ambientais no território brasileiro, apenas políticas setoriais. A partir de 1960, a temática ambiental ganhou destaque com as crescentes atividades industriais e suas consequências.

O código florestal brasileiro originalmente nasceu em 1934 com o pressuposto da necessidade de conservação das florestas e outros ecossistemas naturais brasileiros. O objetivo é a garantia de serviços ambientais básicos, como a produção de água, a regulação do ciclo das chuvas e dos recursos hídricos e o equilíbrio do clima. No entanto, apenas em 1967, com a criação do Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal (IBDF), que foi possível se fazer cumprir o código florestal.

Entre 1970 e 1980 ocorreram grandes encontros internacionais em que a temática do meio ambiente e suas necessidades de preservação ganharam destaque produzindo no Brasil uma série de criação de órgãos estaduais de meio ambiente (OEMAs). O marco principal, em 1980, foi o estabelecimento da Política Nacional do Meio Ambiente (Lei no 6.938/81), que criou o Sistema Nacional do Meio Ambiente (Sisnama) e estabeleceu os princípios, as diretrizes, os instrumentos e atribuições para os diversos entes da Federação que atuam na política ambiental nacional (Moura, 2016).

Durante a década de 1990, o Brasil teve várias conquistas referente às questões de implementação de programas de atuação ao meio ambiente, como o Programa Nacional de Meio Ambiente (PNMA) que iniciou sua atuação em 1991 e possui o objetivo de melhorar a capacidade institucional dos órgãos ambientais federais e estaduais para a formulação de políticas e para a gestão ambiental.

Entre os anos 2000 e 2012, teve-se a criação do Sistema Nacional de Unidade de Conservação da Natureza SNUC (Lei no 9.985/2000), o qual contribui para organizar e uniformizar as categorias de unidades de conservação (UCs) e os instrumentos de proteção, anteriormente dispersos em diversas leis (Moura, 2016).

Diferentemente de outras áreas, a questão ambiental brasileira enfrenta dificuldades em razão da necessidade de harmonização entre todos os níveis de governo para adesão de políticas ambientais efetivas. Esse é o motivo pelo qual a trajetória da política ambiental federal encontrou, e ainda continua a encontrar, grandes desafios para serem efetivamente implementadas. Segundo Moura (2016), as dimensões de investimento, de planejamento e avaliação são as áreas mais frágeis para os projetos ambientais.

## 2.4 O Novo Código Florestal (lei nº 12.651/2012)

Em relação ao Código Florestal iniciado em 1934, teve-se duas mudanças até chegar ao atual em vigência – o novo código florestal de 2012 –, onde se encontra a garantia de proteção da vegetação nativa. O novo Código Florestal também possui influência em outras esferas como o direito coletivo a um ambiente saudável e equilibrado, o direito à terra; a violência no campo; a disponibilidade da água para consumo, produção e geração de energia; a sustentabilidade da produção agrícola; a economia e o cumprimento de acordos internacionais, segundo informações do Observatório do Código Florestal (OCF).

A lei nº 12.651/2012 tem como objetivo o desenvolvimento sustentável, trazendo consigo uma afirmação do compromisso soberano do Brasil com a preservação das suas florestas e demais formas de vegetação nativa, bem como da biodiversidade, do solo, dos recursos hídricos e da integridade do sistema climático. O desenvolvimento sustentável envolve, segundo o conceito formal definido pelo Relatório Brundtland, o objetivo de atender às necessidades das gerações presentes sem comprometer as capacidades de atender às necessidades das gerações futuras.

Desta forma, o compromisso soberano do Brasil presente no Código Florestal não é apenas a preservação do meio ambiente, é uma questão humanitária para preservar o bem-estar das gerações, tanto presentes quanto futuras. O novo Código Florestal é, assim, o maior projeto, em curso, de preservação ambiental no país.

A lei afirma a importância da função estratégica da atividade agropecuária e do papel das florestas e demais formas de vegetação nativa na sustentabilidade, no crescimento, e na melhoria da qualidade de vida da população brasileira. No entanto, a lei sofre com a sua implementação ao encontrar barreiras de aceitação de suas medidas na comunidade, uma vez que existe não apenas uma mentalidade nacional na qual é mais vantajoso queimar, degradar e desmatar áreas de vegetação ainda não exploradas do que investir em melhorias para aumentar produtividade nas áreas já utilizadas. Sendo esta, uma característica da estrutura de propriedade de terra no país. Mas, se a própria lei afirma que o meio ambiente é o meio de produção do agronegócio e de toda uma cadeia produtiva, por que ele é tão maltratado?

Portanto, o código florestal determina que exista uma área de preservação permanente (APP), que é uma área protegida, coberta ou não, por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações

humanas. As APPs possuem tamanhos diferentes dependendo da definição das áreas de terra. Para maiores detalhamentos, ver Anexo A.

Além disso, essas áreas de APP possuem regras de proteção e intervenção. Segundo a lei nº 12.651/2012, a vegetação situada em APP deverá ser mantida pelo proprietário da área, possuidor ou ocupante a qualquer título, pessoa física ou jurídica, de direito público ou privado. No entanto, isso não impede o acesso de pessoas e animais as APPs para obtenção de água e para a realização de atividades de baixo impacto ambiental, mas a intervenção ou suspensão de vegetação nativa em APP só são autorizados em casos de atividades de utilidade pública, de interesse social ou de baixo impacto ambiental.

A lei também determina os tipos de atividades que podem ser realizadas nessas áreas, permitindo que ocorra intervenções em APPs dada situações específicas. Assim, são permitidas atividades de utilidade pública, essenciais para a sociedade, cuja realização justifica intervenções em APPs (importância estratégica ou necessidade imperativa); atividades de interesse social, embora não sejam de infraestrutura essencial, possuem relevância para o bem-estar coletivo, especialmente em contextos comunitários ou de desenvolvimento sustentável; atividades eventuais ou de baixo impacto ambiental, que apresentam alterações mínimas ao meio ambiente.

Em áreas urbanas em situação de urgência, a lei dispensa a autorização do órgão ambiental para execução de atividades de segurança nacional e de obras de interesse da defesa civil destinadas a prevenção e mitigação de catástrofes. Em casos em que ocorre a supressão de vegetação em áreas de APP que não tenham sido dentro das delimitações impostas, o proprietário é obrigado a promover a recomposição da vegetação.

Uma reserva legal (RL) é uma área localizada no interior de uma propriedade ou posse rural, com a função assegurar o uso econômico de modo sustentável dos recursos naturais do imóvel rural, auxiliar a conservação e a reabilitação dos processos ecológicos e promover a conservação da biodiversidade, bem como o abrigo e a proteção de fauna silvestre e da flora nativa. Para melhores detalhamentos de localização, ver Apêndice B.

O objetivo de uma reserva legal é garantir a utilização econômica sustentável dos recursos naturais presentes naquela área, sendo que o tamanho dessas reservas varia de região. Assim, todo imóvel rural deve ter uma RL, sem prejuízo da aplicação das normas para APPs com os percentuais mínimos Na Amazônia, a RL necessária é de 80%, no Cerrado é de 35% e para todas as outras regiões do país são de 20%. No entanto, a lei não explica os critérios dos diferentes índices de RL que cada bioma/região precisa ter.

Pode-se dizer que as variações se devem à própria diferença de tamanho que as regiões possuem entre si, porém não há nenhuma referência no documento oficial do governo sobre a lei nº 12.651/2012 do novo Código Florestal que elucide como foram feitos os cálculos, ou exatamente quais são os impactos que uma exploração maior que aquela circunscrita aos limites oficiais pode trazer que justifiquem esses valores.

O estudo técnico publicado na série Textos para Discussão do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea) intitulado “Mudanças no Código Florestal Brasileiro: impactos previstos na área de reserva legal nos imóveis rurais na Amazônia Legal” trata mais detalhadamente como se dá o funcionamento das áreas de uma RL e ainda apresenta um cálculo para a exigência da lei de 218 milhões de hectares de RL (Sparovek; Freitas; Matsouka, 2012). Porém, tampouco nesse estudo técnico discute-se como foram definidos os percentuais de exploração.

Notoriamente esses percentuais são resultado de negociações políticas, técnicas e ambientais que ocorreram durante a tramitação do projeto de lei no Congresso Nacional. Todavia ainda fica sem uma explicação clara o que garante que ao explorar 20% de áreas de vegetação nativa, do imóvel rural, na Amazônia, ou 65% em áreas do Cerrado, esses ecossistemas não estejam sofrendo danos irreversíveis.

Desta forma, a RL deve ser conservada com cobertura de vegetação nativa pelo proprietário do imóvel rural, possuidor ou ocupante a qualquer título, pessoa física ou jurídica, de direito público ou privado. Para o cálculo do percentual de RL do imóvel será admitido o computo das áreas de APPs. Ainda mais importante é que a RL deverá sempre ser registrada no órgão ambiental competente por meio da inscrição no cadastro ambiental rural (CAR).

O CAR é um registro eletrônico nacional obrigatório para todos os imóveis rurais, o que permite uma integração de informações ambientais. A inscrição é feita no órgão ambiental ou rural estadual exigindo do proprietário ou possuidor rural a identificação pessoal. O CAR pode ser compreendido como o “CPF” do imóvel, em que se encontram a identificação do proprietário, a comprovação de posse, a identificação do imóvel, o registro da vegetação remanescente ativa, APPs, RL, áreas de uso restrito, onde estão localizadas as áreas etc.

Na Lei existe, ainda, a cláusula que argumenta que para os proprietários que, na Amazônia Legal, mantiverem a RL conservada e averbada em área superior aos percentuais exigidos podem instituir servidão ambiental ou Cota de Reserva Ambiental (CRA) sobre a área excedente. Ou seja, todos os imóveis privados que conservam área acima do que a RL legalmente exige ganham o título de “excedente”. O agronegócio vem cada vez mais utilizando esses “excedentes” para avançar nas plantações de soja, milho e criação de gado. Segundo

Bourscheit, o Cerrado perdeu 60 mil km<sup>2</sup> desses “excedentes”, apenas de 2022 a 2023, montante similar ao território da Paraíba.

O Código Florestal também impõe um manejo sustentável, em que a administração da vegetação natural para a obtenção de benefícios econômicos, sociais e ambientais respeite os mecanismos de sustentação do ecossistema objeto do manejo, considerando a utilização de múltiplas espécies madeireiras ou não, de múltiplos produtos e subprodutos da flora.

Ademais, é permitido a exploração econômica da RL mediante o manejo sustentável, previamente aprovado pelo órgão competente do SISNAMA. É possível haver exploração florestal da RL com manejo sustentável sem propósito comercial, para consumo no próprio imóvel, que não depende dos órgãos componentes, apenas precisando declarar previamente ao órgão ambiental esse manejo e quais são as motivações e volume a serem explorados (volume máximo 20 metros quadrados por ano); ou manejo sustentável com propósito comercial em que depende de autorização do órgão competente, não pode descaracterizar a cobertura vegetal e não pode também prejudicar a conservação da vegetação nativa, precisa assegurar a manutenção da diversidade de espécies.

Vale ressaltar que a delimitação da Amazônia Legal se estende entre os estados do Acre, Pará, Amazonas, Roraima, Rondônia, Amapá, Mato Grosso, e as regiões situadas ao norte do paralelo 13° S, Tocantis, Goiás e ao oeste do meridiano de 44° W do Maranhão. Ou seja, é uma região prioritária de políticas, conservação e manejo ambientais.

Figura 2: Mapa da Amazônia Legal, atualizado em 2021.



Fonte: IBGE, 2021.

O Observatório do Código Florestal (OCF) vem trabalhando desde 2018 com dados sobre a regularização e cumprimento, ou não, da lei 12.651/2012, e em 2024 forneceram os dados compilados e atualizados de como vem sendo a implementação do código, o que permite uma melhor articulação entre o governo, especialistas da sociedade civil e acadêmica para as políticas públicas necessárias à conservação da vegetação nativa brasileira.

Assim, a produção dos dados passa por 4 etapas: cadastramento; balanço florestal (com base nos dados do cadastramento é possível calcular os ativos, passivos, do excedente e do remanescente das áreas de APPs e RL); sobreposições (que tratam das camadas do CAR de assentamentos, imóveis rurais e territórios tradicionais para entender como elas estão); e, por último, uma análise dos dados de transparência e regularização.

Com base nessas três camadas é possível visualizar dados para o Brasil, biomas, estados e municípios/assentamentos. A partir dos dados fornecidos pelo cadastramento, consegue-se acompanhar o tamanho para as áreas cadastradas e não cadastradas, e com os dados de sobreposição ver o que está sobreposto com unidade de conservação, terras indígenas, imóvel rural, assentamentos, territórios tradicionais e as florestas públicas não destinadas.

Ou seja, essa ferramenta torna possível analisar o que está em conformidade com o Código Florestal, e permite pensar esses dados dentro dos esquemas de reprodução e suas implicações, como será explicitado no capítulo 3. Salienta-se que o passivo ambiental é o déficit de cobertura vegetal para o cumprimento da área mínima exigida tanto para APP quanto para RL no país; o excedente é a vegetação nativa acima do mínimo requerido para as áreas de APP e RL no Brasil.

Tabela 2: Conformidade com o Código Florestal – Brasil (em km<sup>2</sup>)

Área Cadastrada	Área não cadastrada	Vegetação Remanescente (APP e RL)	Passivo Ambiental (APP e RL)	Excedente (RL)
4.861.179,34	1.819.800,09	1.126.705,73	205.954,99	739.294,77

Fonte: Termômetro Florestal – Observatório do Código Florestal, 2025.

Os dados mostram que, do total de áreas que o Código Florestal reconhece, cerca de 72,76% estão cadastradas. Do total de áreas cadastradas, cerca de 88,22% são apenas em relação a imóveis rurais. Os imóveis rurais são naturalmente as áreas que maior apresentam cadastramento e maior parcela de análise da lei 12.651/2012 por serem as áreas em que, em geral, as grandes empresas atuam.

No entanto, o fato de a maior parte das áreas não cadastradas virem das áreas de territórios tradicionais e assentamentos indicam que esses territórios são mais propensos a apresentar maior vulnerabilidade em relação ao combate ao desmatamento, principalmente desmatamento ilegal.

## CAPÍTULO 3: OS ESQUEMAS DE REPRODUÇÃO NA ECONOMIA BRASILEIRA E O DESMATAMENTO

Nos capítulos anteriores, o presente trabalho procurou apresentar a importância dos elementos que compõe a análise. Perpassou pela teoria de Marx sobre os esquemas de reprodução, pela centralidade dos mercados externos na crítica de Luxemburgo, além de ressaltar os estudos de Marx sobre a questão ambiental. Posteriormente, apresentou os biomas que integra a vegetação brasileira, suas características e as políticas ambientais voltadas para proteção dessas terras. Neste capítulo, o objetivo será mostrar essa interação entre economia e meio ambiente.

Para tanto, este trabalho irá se valer da base de dados EMVA (Estudo Marxista de Valores Adicionados), que traduz as rubricas da Demonstração do Valor Adicionado (DVA) e do Balanço Patrimonial das empresas listadas no Ibovespa para a teoria econômica marxista<sup>9</sup>. Com base nos dados obtidos, é possível realizar um exame da relação metabólica entre homem e natureza.

Em sua análise, Azevedo e Moraes (2025) propõem a inclusão de outros dois departamentos, departamento de comércio de dinheiro (D-III) e departamento de comércio de mercadorias (D-IV), além daqueles analisados por Marx no Livro II de *O Capital*. Assim, a amostra é para 54 empresas listadas no Ibovespa.

---

<sup>9</sup>Azevedo, R; Moraes, L. S; **EMVA 1.0 – Amostra de 54 empresas**, p. 12-13. Para uma compreensão mais aprofundada da construção e estruturação da base, recomenda-se a leitura de: Moraes, L. S.; Azevedo, R. (2022). Notas para um estudo marxista dos valores adicionados na economia brasileira contemporânea (2010-2021). **Nexos Econômicos**, v. 16, n. 1, p. 163-194.

Tabela 3 - Amostra de empresas Ibovespa por setores.

D-I	D-II	D-III	D-IV
BRASKEM	ALPARGATAS	B3	CASAS BAHIA S.A.
CEMIG	AMBEV	BANCO PAN	CCR AS
ELETROBRAS	BRF SA	BRADESCO	ECORODOVIAS
EMBRAER	COGNA ON	BRADESPAR	GOL
ENERGISA	CYRELA	BRASIL	IGUATEMI S.A
ENEVA	GUARARAPES*	BTGP BANCO	LOCALIZA
GERDAU	JBS	CIELO	LOJAS RENNER
KLABIN S/A	MARFRIG	ITAUUNIBANCO	MAGAZ LUIZA
PETROBRAS	MINERVA	ITAUSA	MULTIPLAN
PETRORIO	MRV	PORTO SEGURO*	P. ACUCAR-CBD
SABESP	RAIZEN	QUALICORP	RAIADROGASIL
SID NACIONAL	SAO MARTINHO	SANTANDER BR	RUMO S.A.
CSNMINERACAO	SLC AGRICOLA		
VALE	SUZANO HOLD		
WEG	ULTRAPAR		

Fonte: EMVA 1.0<sup>10</sup>

Para Marx a condição de equilíbrio se dá, dentro da reprodução ampliada, pela relação do capital constante e a mais-valia destinada a ampliação do capital constante no departamento de meios de consumo, no lado esquerdo da igualdade, e pelo capital variável, a mais-valia destinada a ampliação do capital variável e a mais-valia destinada para o consumo privado no departamento de meios de produção, no lado direito. Como pode ser vista na equação abaixo:

$$c2 + Mc2 = v1 + Mv1 + m1$$

Para a análise da condição de equilíbrio, entre 2010 e 2022, os autores mantém essa ideia no cálculo, mas incorporam os departamentos de comércio de dinheiro e de comércio de mercadorias. Como não há produção de valor ou de mais-valia, a nível da totalidade, nos setores de comércio de dinheiro e de mercadorias, consideramos que ambos significam um consumo adicional de renda em relação ao setor de produção de meios de consumo (Azevedo; Moraes,

---

<sup>10</sup>“Empresas não listadas no Ibovespa, mas com ações negociadas na Bovespa. Dada a ausência de empresa do ramo têxtil com informações de DVA disponíveis para todo o período 2010-2022 no indicador Ibovespa em fevereiro de 2024, optou-se pela inclusão da empresa Guararapes na amostra no intuito de manter o critério de seleção da amostra que contenha representante do ramo têxtil da produção social. No caso da empresa Grupo de Moda Soma S.A., embora esteja listada no Ibovespa em fevereiro de 2024, só encontramos informações de DVA a partir de 2017. No caso da empresa Porto Seguro, ela está listada no Índice BM&FBOVESPA Financeiro (IFNC B3)”. Dados de: Azevedo, R; Moraes, L. S; EMVA 1.0 – Amostra de 54 empresas, p. 12-13.

2023. p. 13). Assim, a condição de equilíbrio na economia brasileira contemporânea com os quatro departamentos é:

$$c2 + mc2 = v1 + v3 + v4 + mv1 + mv3 + mv4 + ma1 + ma3 + ma4.$$

Quando Marx apresenta os esquemas de reprodução da economia inglesa do século XIX, ele não utiliza dados reais, mas hipotéticos, o departamento que inicia o processo, e sua expansão, seria o departamento de meios de produção (D-I) com a utilização de uma parcela da mais-valia na formação de capital adicional, e pela condição de equilíbrio, é o departamento de meios de consumo (D-II) que responde pelo consumo adicional de renda pelos trabalhadores e capitalistas dessa formação de capital adicional do D-I.

Se pensarmos na história da economia brasileira, desde sua colonização até os dias mais recentes, o que observamos é um departamento de meios de consumo que se instala, consolida e posteriormente se expande, permitindo então a incorporação de um departamento de meios de produção. Isto porque, desde o século XVI, com a instalação de engenhos para produção de açúcar, a característica do sistema econômico brasileiro foi a exploração de recursos naturais como forma de sustento e desenvolvimento.

Alguns economistas já analisaram a anterioridade da instalação de D-II frente a D-I. Por exemplo, em *Formação Econômica do Brasil*, Celso Furtado argumenta que, nos ciclos econômicos brasileiros, até a década de 1930, é primeiro a incorporação de um departamento de produção de meios de consumo que caracteriza a economia brasileira e, sob condições muito específicas, que o departamento de produção de meios de produção se estabelece posteriormente<sup>11</sup>. E, essas trocas interdepartamentais são resultado da criação de um mercado interno no século XIX pelo setor assalariado.

Desta forma, quando analisamos a economia brasileira o que observamos é uma inversão no encadeamento dos departamentos de produção, ao compararmos com o desenvolvimento de países capitalistas centrais.

Na base de dados EMVA, quando se analisa a reprodução do capital social total, é possível visualizar o valor do produto obtido na amostra, por setor, entre 2010 e 2023, ao considerar a divisão do capital constante consumido na produção e a distribuição do novo valor produzido em capital variável e mais-valia.

Azevedo e Moraes (2025) consideram que a parcela da mais-valia destinada a ampliação do capital constante e do capital variável, de cada departamento, pode ser obtido ao realizar a

---

<sup>11</sup>Cf Azevedo, 2024.

diferença entre os valores do capital constante do ano corrente e do ano seguinte. Já a parcela da mais-valia destinada ao consumo privado dos capitalistas em cada setor foi calculada a partir das rubricas que compõem a “Remuneração de Capitais Próprios” na DVA, ou seja, a partir da soma de “Juros sobre o Capital Próprio”, “Dividendos” e “Lucros Retidos/Prejuízo do Período” (Azevedo; Moraes, 2025). É a partir desses dados que a condição de equilíbrio entre departamentos, na amostra, para a economia brasileira consegue ser calculada.

Tabela 4 - Evolução da condição de equilíbrio intersetorial (valores em R\$ mil).

Ano	$c2 + mc2$ (1)	$v1 + v3 + v4 + mv1 + mv3 + mv4 + m\alpha 1 + m\alpha 3 + m\alpha 4$ (2)	Diferença na condição de equilíbrio (1 – 2)
2010	174.822.202	242.951.139	-68.128.937
2011	202.613.191	267.338.268	-64.725.077
2012	223.308.054	215.063.879	8.244.175
2013	257.103.242	223.449.981	33.653.261
2014	310.391.276	204.444.613	105.946.663
2015	322.915.944	142.301.727	180.614.217
2016	317.527.806	242.397.405	75.130.401
2017	363.520.639	278.365.851	85.154.788
2018	492.501.405	360.370.251	132.131.154
2019	551.988.864	322.289.302	229.699.562
2020	757.521.501	306.167.460	451.354.041
2021	953.330.234	614.448.476	338.881.758
2022	915.408.661	649.424.989	265.983.672

Fonte: EMVA 1.0; Elaboração Própria.

A primeira metade da década tem, em certa medida, resultados que eram esperados dados alguns postulados de Marx. Entre 2010 e 2011 os valores apresentados são negativos, o que compreendemos como o departamento de meios de produção (D-I), em específico as ampliações da Petrobras no período, impondo um ritmo de acumulação mais acelerado que aquele do departamento de produção de meios de consumo (D-II).

A economia, representada pela amostra das empresas, sai de um desequilíbrio de R\$-68.128.937.000,00 para R\$ 180.614.217.000,00 em 2015. O ano de 2015 é significativo não somente por ser o período em que a desproporção atinge seu ponto máximo na primeira metade da década, mas pelos acontecimentos políticos, econômicos e sociais que ocorreram no período que podem ajudar a explicar essa elevação na desproporção.

Tabela 5 - Evolução da taxa média de lucro.

Ano	Taxa média de mais-valia (%)	Taxa média de lucro (%)
-----	------------------------------	-------------------------

2010	231%	13,68%
2011	229%	13,20%
2012	174%	9,92%
2013	189%	11,00%
2014	146%	8,16%
2015	129%	7,19%
2016	165%	10,29%
2017	187%	11,94%
2018	226%	14,28%
2019	173%	10,47%
2020	179%	10,10%
2021	323%	18,37%
2022	294%	14,94%
2023	223%	11,66%

Fonte: EMVA 1.0; Elaboração Própria.

Ao observar a taxa de lucro, o ano de 2015 apresenta a menor taxa média de lucro de toda a série de dados com 7,19%. Para Marx, essa trajetória observada na primeira metade da década é a relação entre a forma e conteúdo de uma crise econômica.

Isto porque, na teoria de Marx, a desproporção interdepartamental primeira é a forma de manifestação de uma crise econômica e a queda na taxa média de lucro, seu conteúdo, uma vez que está associada a natureza contraditória do sistema capitalista.

A taxa média de lucro pode ser calculada da seguinte forma:

$$Taxa\ media\ de\ lucro\ (l') = \left[ \frac{\sum m_I + \sum m_{II}}{c_t + v_t} \right]$$

Onde:

$\sum m_I + \sum m_{II}$ , soma da mais-valia produzida no D-I e D-II;

$(c_t + v_t)$ , totalidade dos capitais dos D-I, D-II, D-III e D-IV

Segundo Azevedo e Moraes (2025) a mais-valia apropriada pelos departamentos de comércio de dinheiro (D-III) e de comércio de mercadorias (D-IV) não faz parte deste cálculo, visto que, correspondem a formas autônomas da esfera de circulação do capital, e não há criação de mais-valia por parte de D-III e D-IV a nível da totalidade. O que observamos é que apenas o capital constante está diminuindo na primeira metade da década.

Uma das teses centrais da teoria econômica de Marx é que o desenvolvimento capitalista se dá com uma tendência na elevação da composição orgânica de capital ( $\uparrow \frac{c}{v}$ ). Embora favorável para os capitais individuais, que se apropriam de uma mais-valia extraordinária na concorrência, a elevação da composição orgânica do capital é contraditória a nível da totalidade:

A forma de manifestação da crise corresponde ao efeito que se esperaria encontrar caso os esquemas de reprodução incorporassem a elevação da produtividade do trabalho: escassez de meios de produção e excesso de meios de consumo. *Essa parece ser a característica da desproporção intersetorial que se formou de 2010 até 2015 entre as empresas da amostra* (Azevedo; Moraes, 2025, no prelo, Grifos do autor).

É na segunda metade da década que o desenrolar desse desequilíbrio interdepartamental torna-se mais difícil de ser explicado nos termos propostos por Marx. Entre 2015 e 2016, o desequilíbrio tem uma diminuição considerável, mas já volta a apresentar crescimento em 2017, e todos os anos posteriores a desproporção vai aumentando, até chegar ao seu máximo em 2020, com R\$ 451.354.041.000,00.

Nos anos de 2021 e 2022, a desproporção começa a apresentar sinais de diminuição, mas seus valores ainda são significativos quando comparado com a primeira metade da década.

Em uma perspectiva mais geral, quando olhamos para a taxa média de lucro, na segunda metade da década o que observamos é que ela vai aumentando, com exceção de 2019 e 2020 que tem uma pequena queda, com valores superiores as taxas encontradas na primeira metade da década. O ano de 2021 apresentou a maior taxa de todos os anos da análise, com 18,37%.

Com base nos postulados de Marx, o esperado seria que a uma recuperação na taxa de lucro correspondesse uma redução da desproporção. No entanto, não é o que observamos na economia brasileira. Os anos de 2014 e, em específico 2015, marcam períodos históricos de crise econômica no país, com acontecimentos relevantes, como o escândalo da operação Lava-Jato, o impeachment da presidente Dilma Rousseff, e o desastre ambiental de Mariana. A partir de 2016, o que é observado na conjuntura histórica econômica social é o início de uma lenta recuperação nas atividades econômicas do Brasil.

Mas, então, como a taxa de lucro se recupera e a desproporção continua a aumentar? A hipótese principal que o projeto adotou que consegue visualizar os motivos desses movimentos é de que a desproporção só apresenta essas elevações pois o departamento de meios de produção (D-I) está recuando o seu capital constante enquanto o departamento de meios de consumo (D-II) continua no mesmo ritmo.

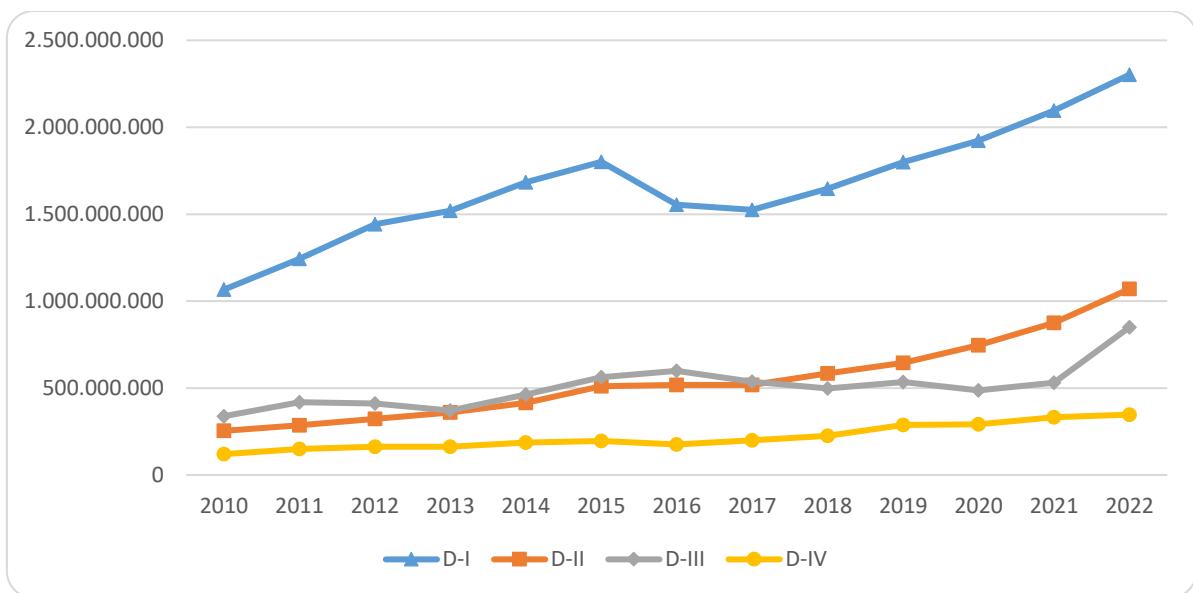
Azevedo e Moraes (2025) consideram essa movimentação como um duplo movimento, onde:

[...] em termos da teoria econômica de Marx há pelo menos duas hipóteses para a *compossibilidade* entre o aumento da taxa média de lucro, o encolhimento do setor de produção de meios de produção e o crescimento do setor de produção de meios de consumo, sendo que *ambas se configuraram como contratendências à queda da taxa de lucro*. São elas: 1) a diminuição na formação de capital adicional no setor de produção de meios de produção significa uma queda no valor do capital constante à nível da totalidade; 2) a diminuição na formação de capital adicional no setor de produção de meios de produção é acompanhada por uma elevação da taxa média de mais-valia (Azevedo; Moraes, 2025, no prelo, Grifos do autor).

O recuo de D-I é na realidade o recuo, principalmente em investimentos, de duas grandes empresas do departamento: Vale e Petrobras. O peso dessas duas empresas sozinhas compõe, em média, mais de 70% de todo o departamento de meios de produção.

O gráfico abaixo mostra a dinâmica do capital constante no período de análise. De 2015 até 2017, o capital constante de D-I apresenta uma queda, em torno de R\$ 277.484.100.000,00. Só a partir de 2019 os valores retornam ao patamar de 2015. Em compensação, D-II não apresenta em momento alguma retração no seu capital constante.

Gráfico 4 - Evolução do Capital Constante, em R\$, entre 2010 e 2022.



Fonte: EMVA 1.0 & Elaboração Própria.

Essa redução no capital constante teve como contrapartida uma elevação da taxa média de lucro, 10,29%, em 2016, para 11,96%, em 2017, e 14,28%, em 2018. A recuperação da taxa média de lucro também se explica pelo aumento na taxa de mais-valia de 2015 (129%) até 2018 (226%).

No período entre 2015 e 2022, tanto a Vale quanto a Petrobras tiveram grandes mudanças em suas políticas empresariais, o que explica um pouco essa movimentação do capital constante, que reflete no capital total da economia brasileira (ver apêndice C e D).

Em 2016, a Petrobras adotou uma nova política de diminuição da importância do conteúdo local de suas compras e o programa oficial de desinvestimentos por meio da venda de ativos no segmento de refino, essas ações são vitais para explicar uma parte dos impactos na reprodução do seu capital e, como consequência, do capital total do D-I.

Azevedo, Moraes e Willon (2025) mostram que, mesmo com algumas flutuações, a ordem geral observada é que a partir de 2015 o número de rotações do capital constante adiantado aumenta, e encontra seu máximo em 2021 com 2,61 (ver apêndice E). Enquanto isso, a taxa média de lucro da amostra sofre uma queda entre 2010, quando era 13,68%, e 2015, que vai para 7,19%, o menor valor do período. Segundo os dados da tabela 5, a taxa de lucro média das empresas da amostra apresenta uma tendência, a partir de 2016, de recuperação, mesmo com flutuações em alguns momentos, e atinge seu máximo em 2021 com 18,37%.

Em contrapartida, a taxa de mais-valia mostra o quanto do trabalho vivo incorporado nas atividades da firma é convertido em valor excedente. Ou seja, quanto maior for a taxa de mais-valia obtida, maior será a massa de mais-valia apropriada pelo capital individual. O cálculo dessa taxa de mais-valia para a Petrobras segue a lógica da base de dados EMVA<sup>12</sup>. Desta forma:

Tal como o comportamento do número de rotações do capital variável e do capital constante adiantado, a evolução da taxa de mais-valia da Petrobras entre 2010 e 2022 está em consonância com o comportamento da taxa média de lucro das empresas da amostra, ou seja, *a tendência de diminuição da taxa de mais-valia da Petrobras corresponde à diminuição da taxa média de lucro das empresas da amostra e a elevação da taxa de mais-valia da Petrobras se dá concomitantemente à recuperação da taxa média de lucro das empresas da amostra* (Azevedo; Moraes; Willon, 2025, no prelo, Grifo do autor).

Ao analisarmos o comportamento do capital constante da Petrobras é possível observar que entre 2010 e 2015 a sua tendência era apenas de crescimento, mas entre 2015 e 2017 o capital constante apresenta uma redução em torno de 16,64%. Considerando o período entre 2016

<sup>12</sup>Consideramos que a massa de mais-valia produzida pela Petrobras é obtida ao se deduzir das “Receitas Totais” da empresa o “Valor Adicionado Recebido em Transferência” (formando a “Receita de Produção”), o capital constante circulante, a “Depreciação, Amortização e Exaustão” e o capital variável. Para o cálculo da taxa de mais-valia da Petrobras, dividiu-se a massa de mais-valia produzida pelo capital variável da empresa (Azevedo; Moraes e Willon, 2025).

e 2017, trata-se da expressão contábil da política de desinvestimento adotada pela empresa a partir do governo de Michel Temer (Azevedo; Moraes; Willon, 2025).

Segundo a teoria de Marx, é com o barateamento dos elementos do capital constante que o capitalismo consegue apresentar uma contratendência ao efeito do aumento da produtividade social do trabalho na queda da taxa de lucro. No entanto, para a estatal brasileira, isto é visto na venda de ativos da empresa como forma de recuperação da taxa média de lucro não só sua como das empresas da amostra. Segundo Azevedo e Moraes (2025):

[...] que em lugar de um barateamento dos elementos do capital constante circulante, parece estarmos, na verdade, diante de um movimento *de eliminação dos ativos das empresas* que compõem a amostra do setor de produção de meios de produção com aumento da exploração da força de trabalho (Azevedo e Moraes, 2025, no prelo. Grifo do autor).

O caso da Vale também é em partes parecidos. Entre 2010 e 2015, o capital constante apresenta elevação contínua, mas a partir de 2016 até 2018 a redução do capital constante, em específico o capital constante circulante, é expressiva. Para os anos de 2019 a 2023, a tendência é de crescimento. Em 2020, a Vale marca seu ano com maior volume de capital constante circulante de toda a série, com R\$ 142.161.600.000,00.

O período de queda desse capital constante para a mineradora pode ser visto como decorrência dos efeitos dos rompimentos das barragens de Mariana e, em partes, Brumadinho, no estado de Minas Gerais.

O colapso da estrutura da Samarco Mineração, Vale S.A. é considerado a maior catástrofe ambiental da história do Brasil. Segundo dados do site oficial do Governo Federal, o rompimento da barragem despejou mais de 40 milhões de metros cúbicos de rejeitos de minério no meio ambiente, contaminando a bacia do Rio Doce, nos estados de Minas Gerais e do Espírito Santo, até alcançar o mar territorial brasileiro<sup>13</sup>.

Como consequência do desastre ambiental, a Vale inicia o processo de venda de ativos como forma de financiamento mais imediato para arcar com custos dos reparos impostos pelo Governo Federal. No entanto, mesmo após nove anos do rompimento da barragem, as vítimas ainda seguem lutando para conseguirem indenizações e os danos ambientais permanecem.

Segundo o site oficial do Planalto Federal, o Tribunal de Justiça de Minas Gerais (TJ-MG) estabeleceu, para os municípios mineiros, um valor de R\$ 2 mil de indenização por pessoa. Para o meio ambiente, foi acordado compromissos de reparação de manejo e a dragagem dos

<sup>13</sup>Linha do tempo da tragédia de Mariana (MG), publicado em outubro de 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/planalto/pt-br/novo-acordo-do-rio-doce/conheca-a-linha-do-tempo-da-tragedia-de-mariana-mg>. Acesso em: 24, ago. 2025.

rejeitos, o tratamento dos rios, a recuperação da biodiversidade, entre outros. Esses acordos e indenizações até hoje não foram completamente realizados.

Salta aos olhos na análise da Vale que em janeiro de 2019 ocorreu o segundo desastre ambiental, o rompimento da barragem I da Mina Córrego do Feijão, no complexo Paraopeba II, da Vale S.A., localizada em Brumadinho, região metropolitana de Belo Horizonte/MG, e o movimento esperado do capital constante da empresa seria uma queda, assim como ocorreu com a tragédia de Mariana-MG. Porém, os anos de 2019 e 2020 apresentam elevações relevantes quando comparado com o valor do capital constante encontrado em 2018. O que nos faz questionar se as consequências do desastre de Brumadinho não foram abafadas pelos acontecimentos da pandemia global (COVID-19) de 2020.

O movimento de retração no capital constante da Vale é concomitante com a retração do capital constante da amostra total das empresas. A recuperação segue a mesma linha. Assim, observando tanto a Vale quanto a Petrobras, é possível assumir que essas duas empresas, com peso médio de 70% da produção de capital constante total do D-I (e 40% do capital constante da amostra total), retraem seu montante de capital constante, há também retração no capital constante total.

Como Azevedo e Moraes (2025) argumentam em sua segunda hipótese: “a diminuição na formação de capital adicional no setor de produção de meios de produção é acompanhada por uma elevação da taxa média de mais-valia”. A taxa média de mais-valia em 2015 era 129% e cresce para 165%, em 2016, 187% em 2017 e 226% em 2018, esse aumento é o que reforça e amplia o efeito de contratendência à queda na taxa de lucro exercido pela diminuição do capital constante.

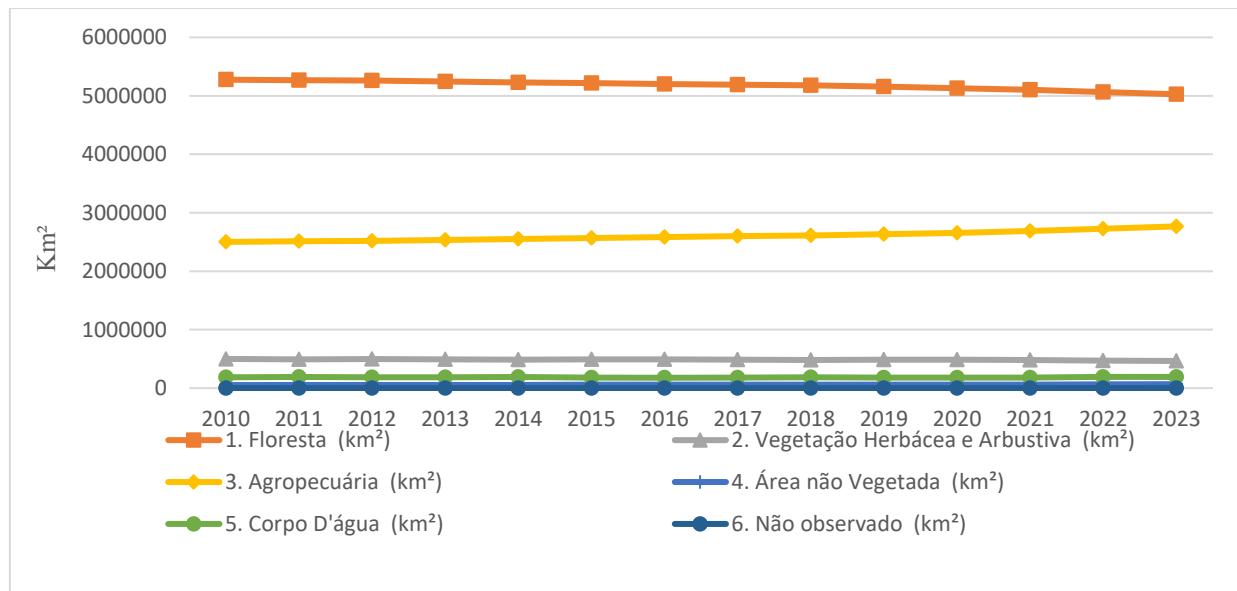
Até aqui o trabalho buscou mostrar como a desproporção interdepartamental seguiu crescendo mesmo com o aumento na taxa média de lucro através do comportamento de D-I. Mas, a segunda parte da hipótese adotada é de que o D-II mantém o ritmo de acumulação.

Parte desse ritmo de crescimento pode ser mantido por causa do desmatamento. A recuperação na taxa média de lucro ocorre por causa da retração do capital constante no D-I, mas a desproporção segue aumentando porque o D-II não parou sua expansão. A ampliação de capital constante e variável de D-II se mantém por todo o período da análise.

Para Brasil, a expansão do setor de meios de consumo pode ocorrer sob a forma de desmatamento. O complexo agroindustrial brasileiro só consegue continuar produtivo quando derruba florestas para plantações de grãos e gado.

Assim, quando observamos os dados para o desmatamento no mesmo período, é possível inferir, em primeira instância, que a floresta<sup>14</sup> perde espaço para a agropecuária<sup>15</sup>, quase na mesma proporção.

Gráfico 5 - Evolução da vegetação natural brasileira entre 2010 e 2023.



Fonte: MapBiomass (2024) & Elaboração Própria.

Entre 2010 e 2023, a vegetação brasileira perdeu mais de 266 mil km<sup>2</sup> para as atividades agropecuárias. O tamanho de espaço que o agronegócio ganhou nesses quatorze anos é maior todo o território do Reino Unido.

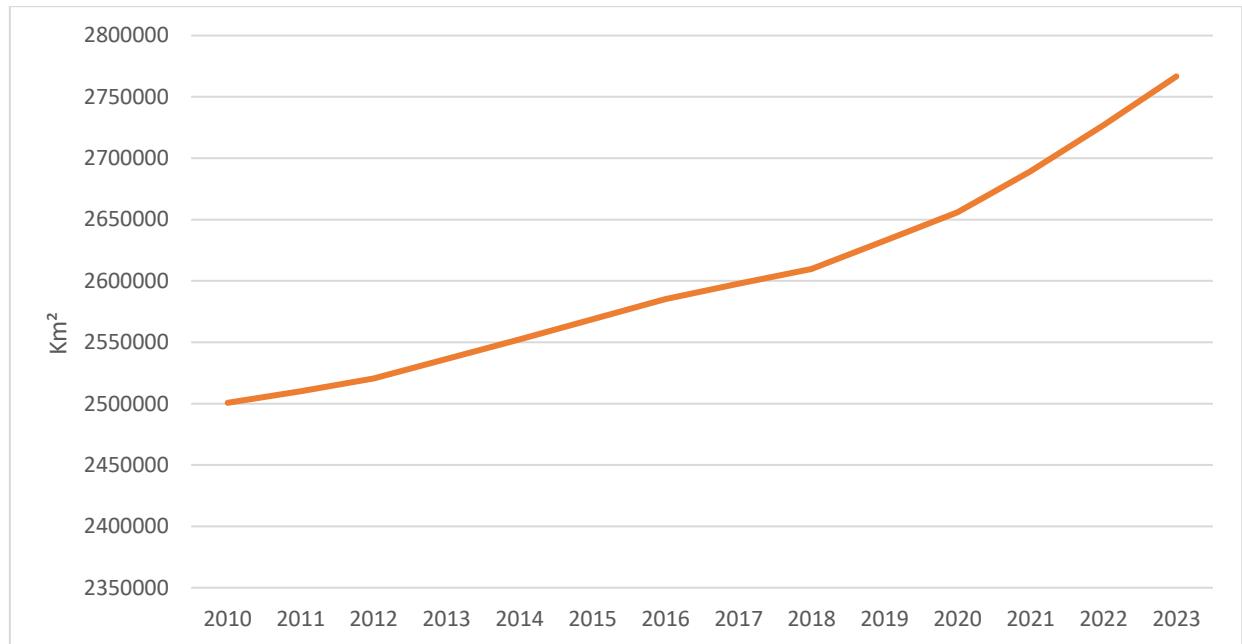
Ou seja, a expansão agropecuária é um reflexo de como as políticas econômicas brasileiras tem sido feitas em função desse setor primário. O departamento produção de meios de consumo recebeu estímulos a ampliação capitalista em todo o período da amostra.

A lógica apresentada no comportamento do desmatamento indica que vegetação é perdida para abrir espaço para a produção de grãos, cereais e pastagem. Essa ação capitalista de desequilibrar o meio ambiente para acumular mais capital não é nenhuma novidade, a destruição ambiental para o avanço do está presente desde a etapa colonial no caso brasileiro e mesmo antes da expansão comercial europeia no caso de outras formações sociais.

<sup>14</sup>Segundo a classificação do MapBiomass essa classe é composta por: Formação Florestal, Formação Savânica, Mangue, Floresta Alagável e Restinga Arbórea,

<sup>15</sup>Ainda de acordo com a classificação do Mapbiomas essa classe é composta por: Pastagem; Agricultura e dentro da agricultura tem Lavoura Temporária, Soja, Cana, Arroz, Algodão (beta), Outras Lavouras Temporárias, Lavoura Perene, Café, Citrus, Dendê e Outras Lavouras Perenes; Silvicultura; e Mosaico de Usos.

Gráfico 6 - Evolução da perda de vegetação em prol das atividades agropecuárias entre 2010 e 2023.



Fonte: MapBiomas (2024) & Elaboração Própria.

O recorte temporal deste trabalho é entre 2010 e 2023, o que impossibilita análises profundas para períodos mais longos. No entanto, uma parte da perda de vegetação em função das atividades agropecuárias de todo o período, a partir dos dados disponibilizados pelo projeto MapBiomas, nos auxilia a compreender que os estímulos ao D-II, por ser o departamento que inicia o impulso da economia, se apresentam contínuos ininterruptamente pelos últimos quase quatro décadas.

Tabela 6 - Evolução da perda de áreas de floresta em prol das atividades agropecuárias e uma comparação com outros períodos.

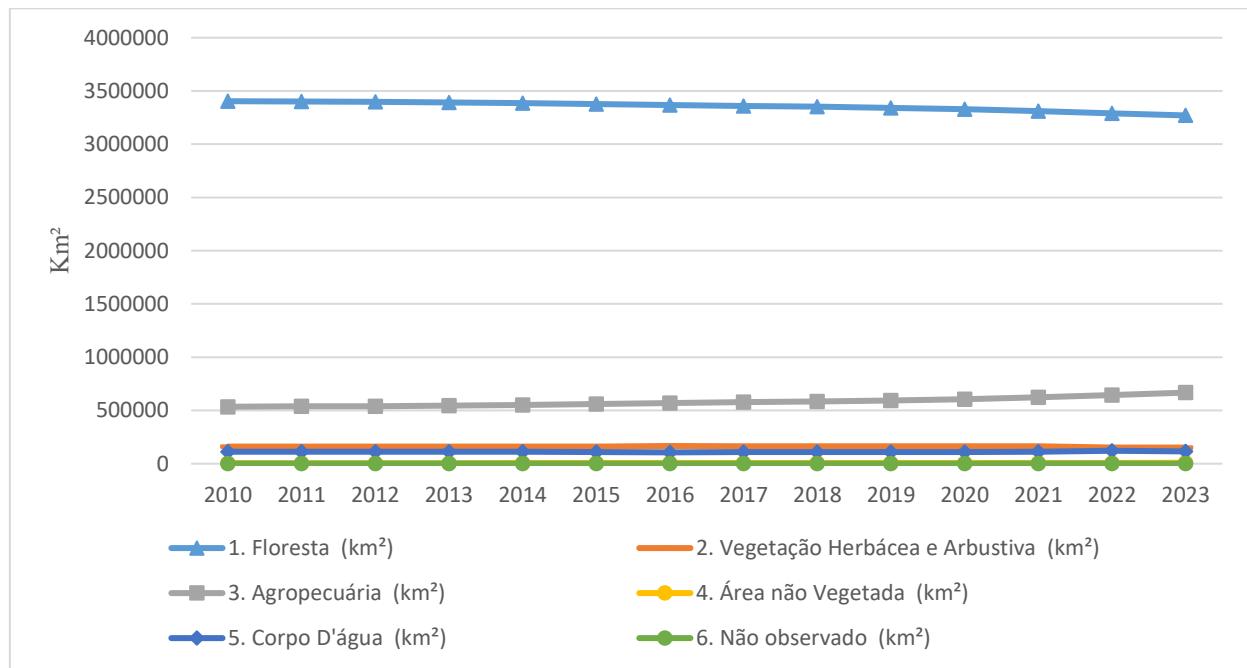
	Perda de Floresta	Atividades agropecuárias
1985-2009	-759 mil km <sup>2</sup>	+ 801 mil km <sup>2</sup>
2010-2023	-249 mil km <sup>2</sup>	+ 266 mil km <sup>2</sup>
% de perda em relação ao tempo do período (1985-2009)	-31.638 mil km <sup>2</sup> por ano	+33.376 mil km <sup>2</sup> por ano
% de perda em relação ao tempo do período (2010-2023)	-19.174 mil km <sup>2</sup> por ano	+20.462 mil km <sup>2</sup> por ano
<b>Correlação</b>		<b>94%</b>

Fonte: MapBiomas (2024); Elaboração Própria.

Com esses dados, podemos observar que existe uma relação muito forte entre a perda de florestas e a expansão agropecuária ao longo do tempo. A correlação encontrada foi de 0,94. Sabemos que correlação não implica em causalidade, porém, mesmo que correlação não seja uma prova de causalidade, ela é extremamente útil para a análise quando essa correlação forte nos sugere uma hipótese de que a expansão agropecuária é o principal motor do desmatamento brasileiro. De forma que se o desmatamento é o que impulsiona a expansão agropecuária, a consequência lógica é um impulso no crescimento do D-II.

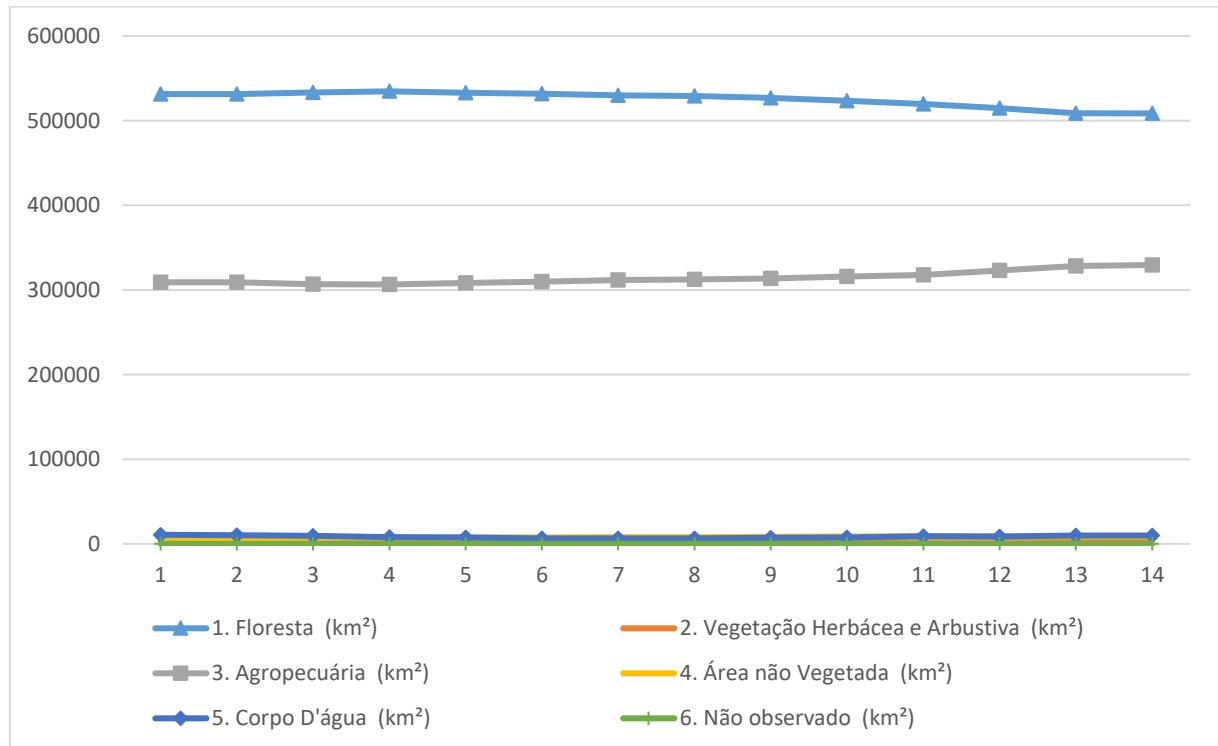
Os próximos dados mostram o panorama dos movimentos de perda de coberturas vegetais no Brasil para abrir espaço ao avanço do agronegócio. Ao separarmos por bioma conseguimos visualizar quais as partes territoriais do país têm melhor contribuído para a produção de capital no departamento de meios de consumo.

Gráfico 7 - Evolução da vegetação natural no bioma Amazônia entre 2010 e 2023.



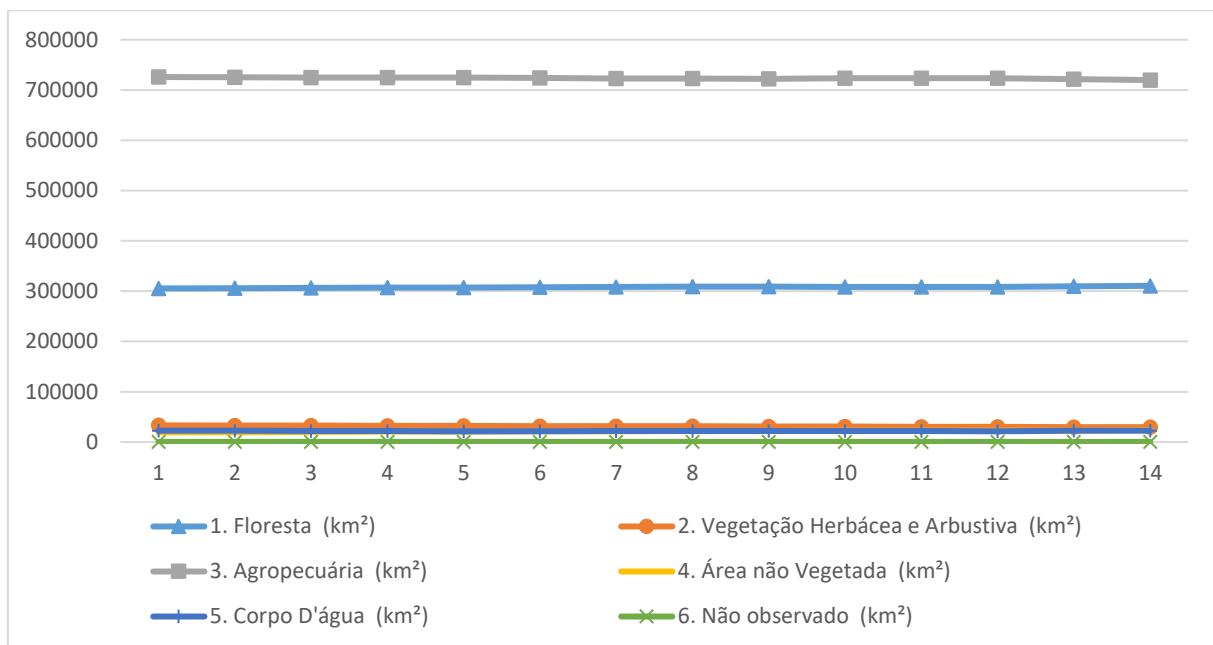
Fonte: MapBiomas (2024) & Elaboração Própria.

Gráfico 8 - Evolução da vegetação natural no bioma Caatinga entre 2010 e 2023.



Fonte: MapBiomas (2024) & Elaboração Própria.

Gráfico 9 - Evolução da vegetação natural no bioma Mata Atlântica entre 2010 e 2023.



Fonte: MapBiomas (2024) & Elaboração Própria.

É interessante observar que Amazônia, Mata Atlântica e Caatinga apresentam movimentos extremamente semelhantes com o gráfico 5. A perda de floresta é seguida por uma elevação das atividades agropecuárias e para as outras classes as alterações não são significativas.

Os dados da Mata Atlântica, em específico, são, em partes, inesperados ao considerarmos que existe a lei da Mata Atlântica, lei nº 11.428, de 2006<sup>16</sup>, que regulamenta processos de restauração, conservação e exploração econômica do bioma, entre outros. Visto que em 1988 o bioma foi reconhecido pela Constituição Federal como um patrimônio nacional, e historicamente foi o bioma mais devastado além de um ponto de resiliência.

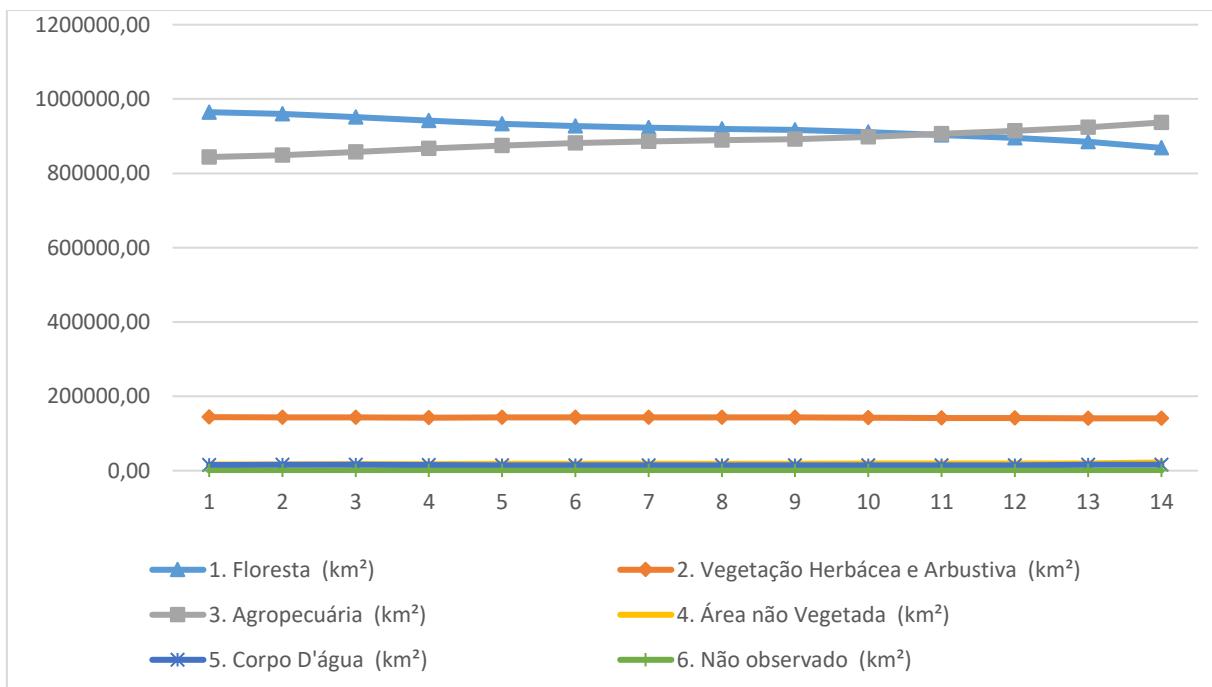
Atualmente esse bioma possui a maior concentração populacional do Brasil, sendo habitado por 72% dos brasileiros, fornecendo água, energia, comida e regulação do clima. Em outras palavras, era o bioma onde se esperava ver uma queda nas atividades agropecuárias e crescimento de áreas de vegetação, como florestas.

O Cerrado, ao contrário, apresentou dados já esperados, ou seja, as áreas destinadas a agropecuária crescem em níveis maiores do que o avanço do desmatamento nas florestas. Neste

<sup>16</sup> BRASIL. Lei n. 11.428, de 22 de dezembro de 2006. Dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, p. 1, 26 dez. 2006. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2004-2006/2006/lei/111428.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2006/lei/111428.htm). Acesso em: 11 set. 2025.

bioma, as áreas de vegetação herbácea e arbustiva também se reduziram (em torno de 3 mil km<sup>2</sup>), enquanto as outras classes mantêm alterações como os outros três biomas apresentados, não significativas.

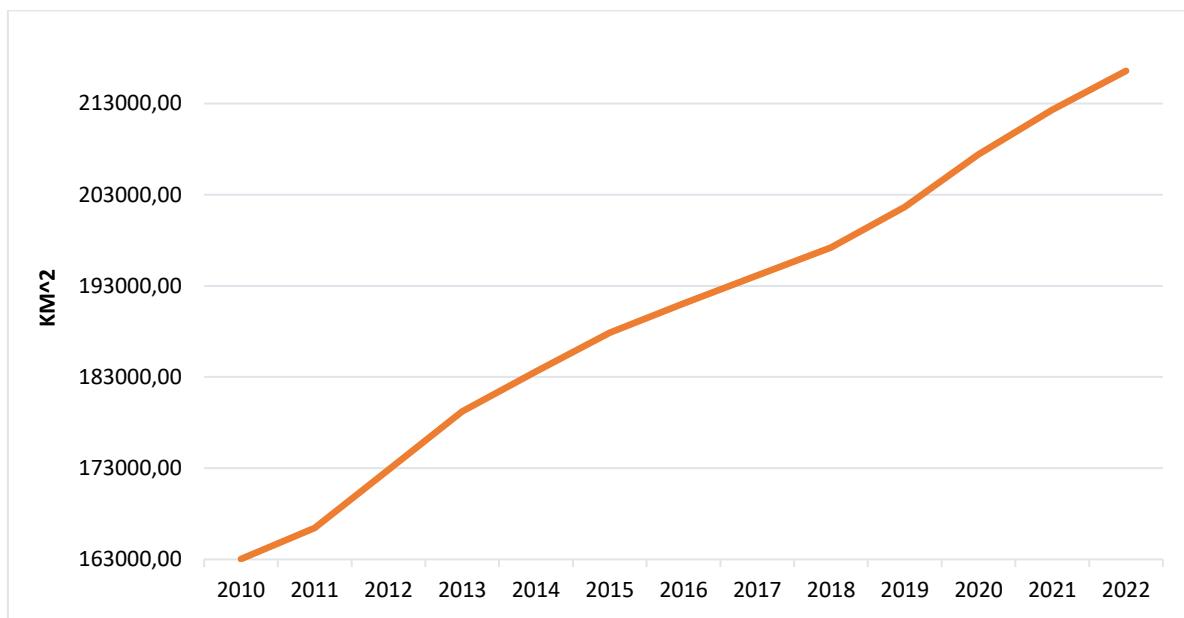
Gráfico 10 - Evolução da vegetação natural no bioma Cerrado entre 2010 e 2023.



Fonte: MapBiomas (2024) & Elaboração Própria.

A última fronteira agrícola do país se encontra em maioria inserida nesse bioma. O MATOPIBA, como já mencionado no capítulo 2, apresenta um desmatamento em ritmo acelerado para produção de grãos, principalmente soja. No período de pouco mais de uma década, a perda de cobertura florestal no MATOPIBA já alcançou 53.540,89 km<sup>2</sup>.

Gráfico 11 - Evolução das atividades agropecuárias na região do MATOPIBA.



Fonte: MapBiomas (2024) & Elaboração Própria.

O Pampa também apresenta um crescimento da agropecuária em níveis expressivos. No entanto, o desflorestamento ocorre na classe de vegetação herbácea e arbustiva ao invés de nas áreas de floresta. As classes de floresta e corpo de d'água apresentaram uma leve queda, mas não são consideradas realmente significativas.

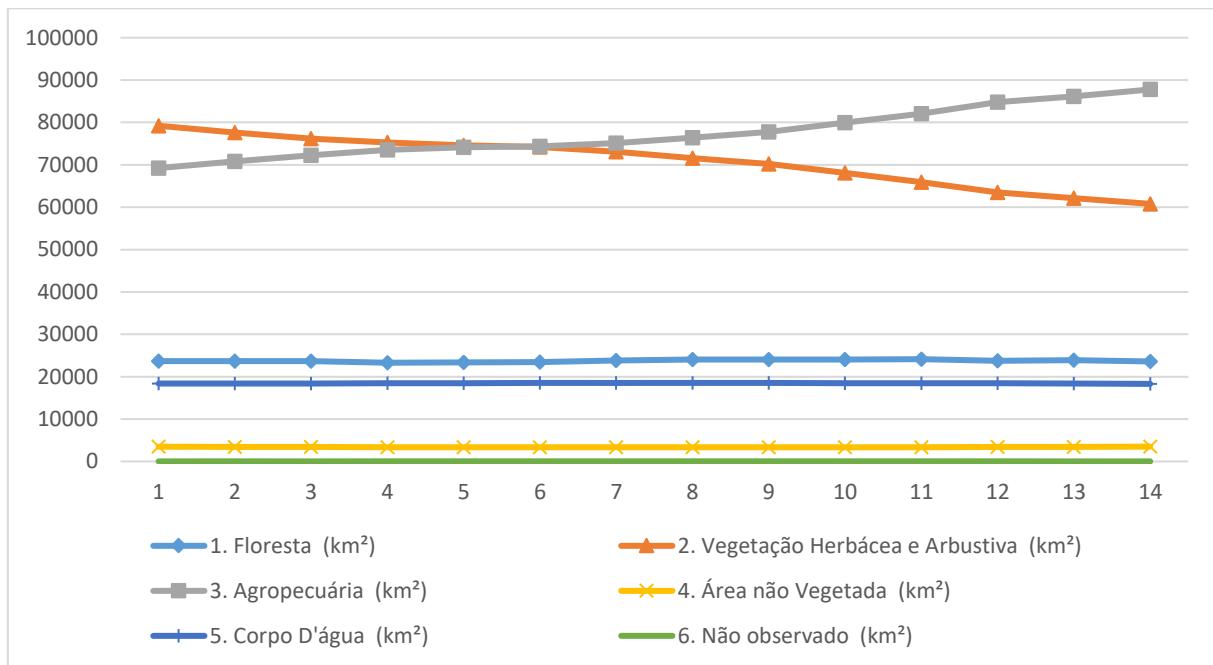
Entre 2022 e 2023, ocorre uma queda de aproximadamente 50% no desmatamento florestal nesse bioma. No entanto, segundo uma nota técnica do projeto MapBiomas<sup>17</sup>, a metodologia para a análise florestal que eles utilizam na detecção de desmatamento apresentam resultados que refletem principalmente a supressão de florestas e não de toda a vegetação nativa do bioma.

Isto é relevante quando são os campos a vegetação predominante no Pampa e a mais ameaçada. E o desmatamento dos campos não são quantificados pelos sistemas de detecção do MapBiomas. De acordo com os dados apresentados, a perda estimada de campos foi de 80 vezes maior que a perda de florestas no bioma, entre 2019 e 2023, quando comparada com a área média de desflorestamento anual.

---

<sup>17</sup>VÉLEZ, Eduardo; HASENACK, Heinrich; SCHIRMBECK, Juliano; SHIMBO, Julia. *Nota explicativa – Desmatamento no Bioma Pampa: Relatório Anual do Desmatamento – RAD 2023*. São Paulo: MapBiomas, 2024.

Gráfico 12 - Evolução da vegetação natural no bioma Pampa entre 2010 e 2023.



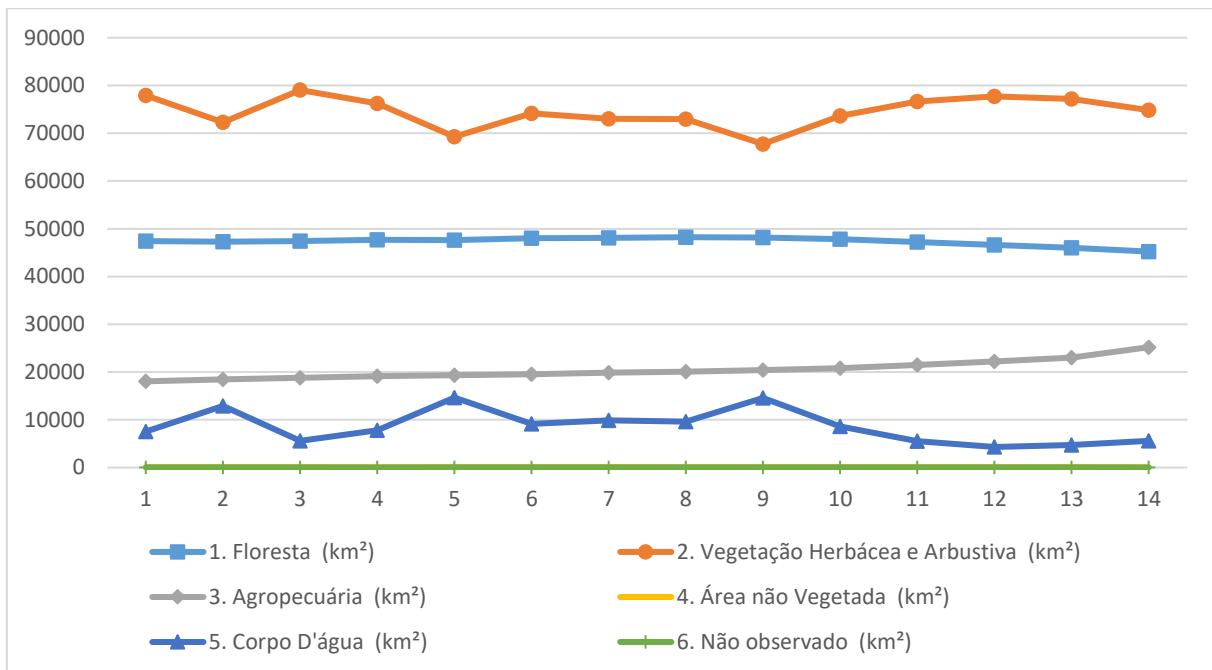
Fonte: MapBiomas (2024) & Elaboração Própria.

Por fim, o Pantanal foi o bioma que apresentou mais divergência quando comparado a todos os outros. A proporção de desmatamento de áreas de floresta para as atividades agropecuárias é semelhante ao observado em quase todos os outros biomas. A grande diferença se encontra nas movimentações de corpo d'água<sup>18</sup> e vegetação herbácea e arbustiva.

As regiões dentro do bioma que apresentam corpo d'água sofrem variações relativamente significativas. No início da primeira metade da década, essa classe tinha em torno de 7.500 km<sup>2</sup>, e em 2023 chegou a 5.592 km<sup>2</sup>. Uma perda de quase 2 mil km<sup>2</sup> em abastecimento de água. As áreas de vegetação herbácea e arbustiva apresentam movimentações oscilantes, mas a partir de 2018 a tendência foi de apenas aumento da exploração.

<sup>18</sup>De acordo com a classificação do Mapbiomas essa classe é composta por: Rio, Lago, Oceano; Aquicultura.

Gráfico 13 - Gráfico 13: Evolução da vegetação natural no bioma Pantanal entre 2010 e 2023.



Fonte: MapBiomass (2024) & Elaboração Própria.

O Pantanal é um bioma conhecido por apresentar períodos de secas e queimadas. Porém, esse bioma é o maior em área úmida continental do planeta. Com seus períodos de chuvas e inundações, a vegetação o bioma consegue acumular materiais orgânicos que nos períodos de seca viram combustíveis para o fogo. Entre 1985 e 2023, o Pantanal foi o bioma que mais secou. Segundo uma nota técnica<sup>19</sup> publicada em 2024 pelo Mapbiomas:

Em 2023, o bioma apresentou uma superfície de água anual de 3.810 km<sup>2</sup>, o que representa uma **redução de 61% em relação à média histórica** (9.560 km<sup>2</sup>). Comparado a 2018, o ano da última grande cheia do bioma, (7.750 km<sup>2</sup>) a **superfície de água em 2023 foi 50% menor** (MAPBIOMAS, 2024, p. 7. Grifos do autor).

No final de 2023, o bioma apresentou uma seca equivalente ao dos anos de 2020-21, que na série histórica foram considerados os mais secos desde 1985. A redução nos níveis de água da região além de gerar as condições propícias para secas extremas, também aumenta os riscos de incêndios.

Assim, o Pantanal passa atualmente a sofrer com crise hídrica e altas frequências de incêndios, o que provoca uma vulnerabilidade ainda maior ao bioma que se encontra inserido em basicamente dois estados brasileiros, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul, os quais

<sup>19</sup>MAPBIOMAS. Nota Técnica: **Seca Extrema e Incêndios no Pantanal em 2024**. 2024. Disponível em: [https://brasil.mapbiomas.org/wp-content/uploads/sites/4/2024/07/Mapbiomas\\_Nota-Tecnica\\_Pantanal\\_12.07.24.pdf](https://brasil.mapbiomas.org/wp-content/uploads/sites/4/2024/07/Mapbiomas_Nota-Tecnica_Pantanal_12.07.24.pdf). Acesso em: 24, ago. 2025.

continuam a apresentar índices de desmatamento acelerado em prol das atividades agropecuárias.

É possível observar que todos os biomas sofrem com o desmatamento. Mais profundo do que todos os biomas sofrerem desmatamento são as implicações que o desmatamento associado à expansão das atividades agrícolas e agropecuárias trazem. Isto pois, o desmatamento fornece as condições para que a expansão de D-II se dê através do uso de recursos não pagos. Ou seja, através da ampliação das perturbações metabólicas entre homem e natureza ao se apropriar de terras para a produção capitalista.

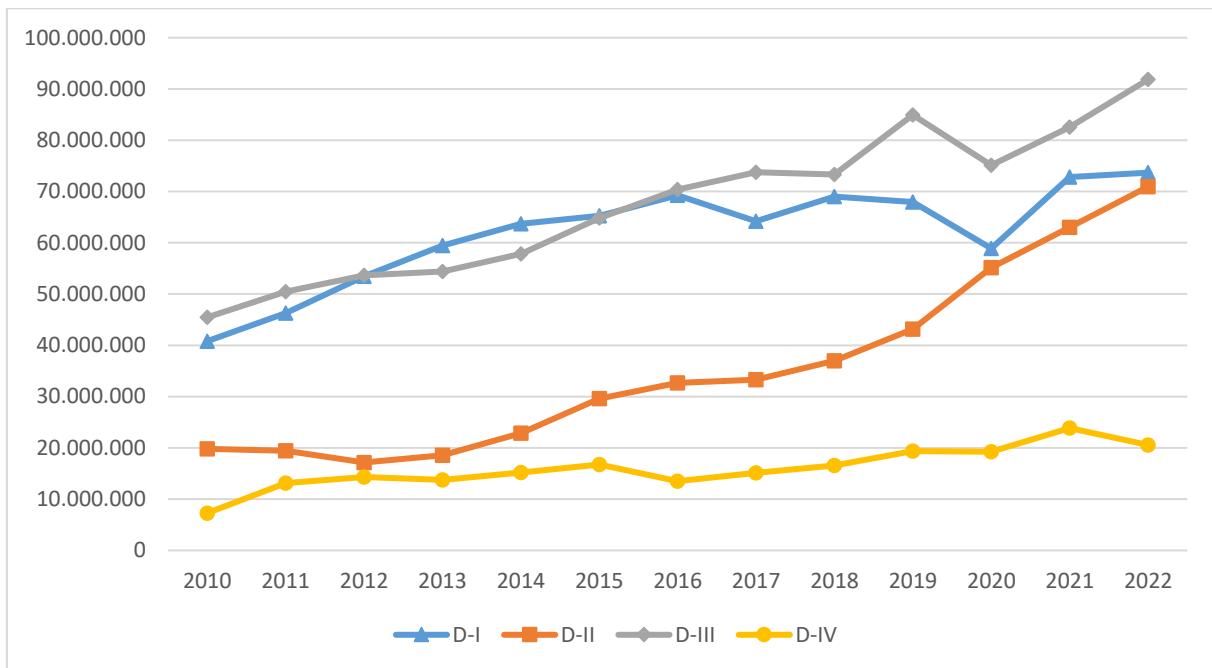
O departamento de produção de meios de consumo da amostra é composto por 15 empresas, das quais apenas 5 não estão diretamente ligadas com as atividades agropecuárias. As duas maiores empresas de D-II em termos de capital total adiantado são JBS e BRF S.A. Quando analisamos sua movimentação no recorte temporal (apêndice F e G), é possível verificar que, em relação ao departamento de produção de meios de consumo, a tendência é de crescimento do capital constante e variável na primeira metade da década, saindo de 29% e 36% em 2010 para 39% e 47% em 2015, respectivamente. Na segunda metade da década, o movimento é contrário para o capital constante. A JBS participava com 39% de capital constante adiantado em D-II em 2016 e vai apresentando uma tendência de queda até 2023, com 30%. O capital variável, em contrapartida, aparece em alguns momentos com elevação, mas tende a se manter com pouco mais de 50% de toda a criação do D-II.

A BRF S.A apresenta em toda a década uma tendência de queda nos capitais constante e variável adiantados. Em 2010, apresenta 12% de participação total no D-II em capital constante e 16% em capital variável, e até 2015 apresenta certa constância no montante de capital variável adiantado.

Porém, de 2016 em diante, há apenas quedas contínuas na sua participação, chegando a 5% na participação total do D-II em capital constante e 7% em capital variável. As duas empresas juntas apresentam, em média, no período, uma participação de 39% no D-II em capital constante e 55% em capital variável.

O gráfico 14 nos mostra que D-II em momento algum apresentou retração capital constante. O que se observa é, na realidade, uma tendência de crescimento. Identificamos o mesmo comportamento em relação ao capital variável.

Gráfico 14 - Evolução do Capital Constante, R\$, entre 2010 e 2022.



Fonte: EMVA (2025); Elaboração Própria.

No entanto, as duas maiores empresas do D-II indicaram comportamentos distintos. A JBS apresenta uma tendência de crescimento no seu capital total, constante e variável. A BRF S.A, principalmente após 2015, mostrou uma tendência de queda na sua participação em relação ao D-II, e mesmo assim ainda se manteve como uma das maiores do departamento. Ao levarmos em consideração a variação no período, percebemos uma redução do seu capital, constante e variável. Em 2010 ela apresentava 12% de peso na produção de capital constante de D-II, em 2015 8%, em 2020 6%, e em 2022 5%. O capital variável em 2010 tinha 16% de peso na produção de capital variável de D-II, em 2015 13%, em 2020 9% e em 2022 7%.

É curioso que essa seja a movimentação da BRF S.A, a segunda maior do departamento de produção de meios de consumo, considerando que D-II apresenta em todo o período um movimento de ampliação do seu capital e foi a JBS que apresentou relações problemáticas durante os escândalos da operação Lava-Jato.

O movimento que explica melhor essa contradição é que essas duas empresas mesmo apresentando comportamentos não esperados ainda se mantiveram com maiores participações no D-II e o que compensou suas quedas em capital constante e variável foi o crescimento de outras empresas do departamento. Todas essas empresas estão de alguma forma relacionadas a produção de produtos agropecuários ou agrícolas.

Sendo assim, argumento que a desproporção interdepartamental que a economia brasileira apresenta é invertida quando comparamos com os países centrais, visto que para o Brasil a reprodução ampliada inicia-se no setor de meios de consumo e gera, como consequência, que as crises brasileiras vêm a aparecer de um recuo do D-I.

Os dados mostraram que o Brasil vem apresentando - desde 2016 - um aumento na desproporção interdepartamental com recuperação na taxa média de lucro. Essa recuperação na taxa média de lucro parece ser mais bem explicada pela argumentação que Rosa Luxemburgo nos forneceu sobre a necessidade dos mercados externos para efetividade da reprodução do capital total.

O conceito de mercados externos nos permite pensar que a forma como a economia brasileira tem conseguido recuperar sua taxa de lucro e manter essa desproporção vem do uso exacerbado da terra. Esse uso exacerbado a que me refiro é o desmatamento.

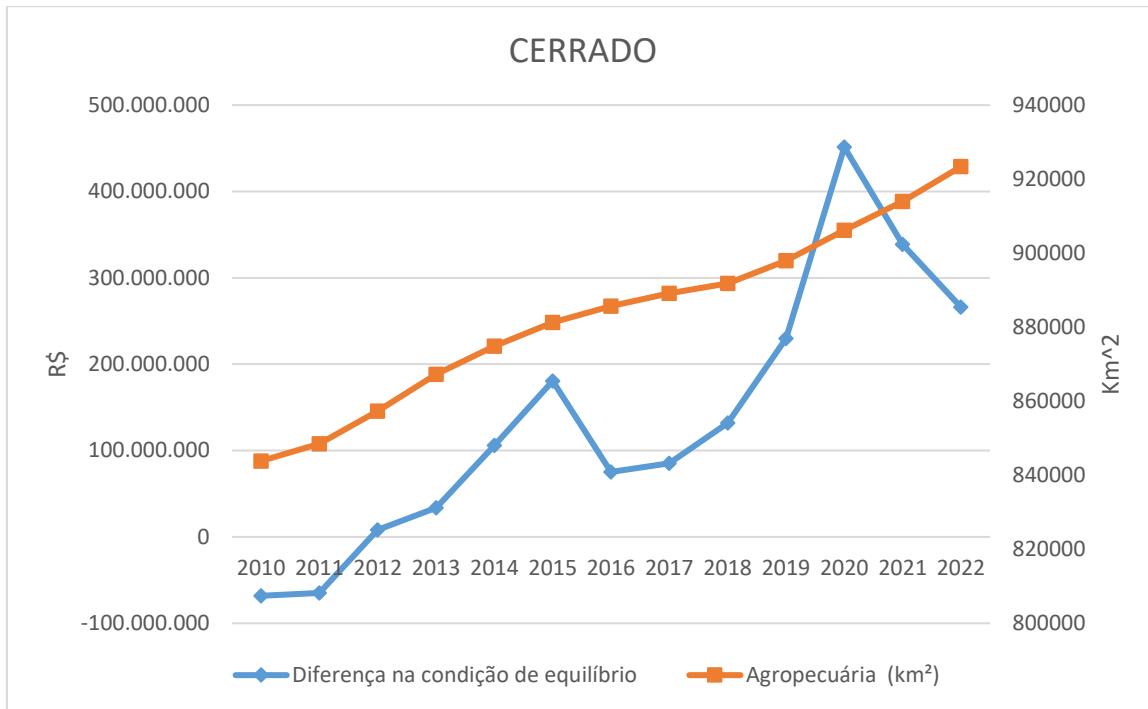
Na lógica que Luxemburgo apresenta, os mercados externos fornecem meios de repor o capital constante e o capital variável de forma mais barata, pois esses mercados externos consistem em exploração crescente em áreas não completamente capitalistas. Estamos falando, então, em recursos não pagos que essas empresas necessitam se apropriar para garantir que sua produção seja minimamente rentável. Os territórios tradicionais, indígenas, são um exemplo, mas o próprio conceito de disponibilidade de água no país também se encaixa como um mercado externo.

Para Azevedo e Moraes (2025) o acesso à terra barata e a recursos naturais não-pagos seria aquilo que atende à demanda adicional por capital constante do departamento de produção de meios de consumo, ainda que isso não apareça de maneira explícita na condição de equilíbrio.

Assim, esse uso cada vez mais amplo da terra torna-se nossa principal fonte de explicação na recuperação de taxa de lucro e manutenção de desproporção. Ora, o movimento apresentado do desmatamento nos territórios brasileiros indica criação de condições para o crescimento no D-II.

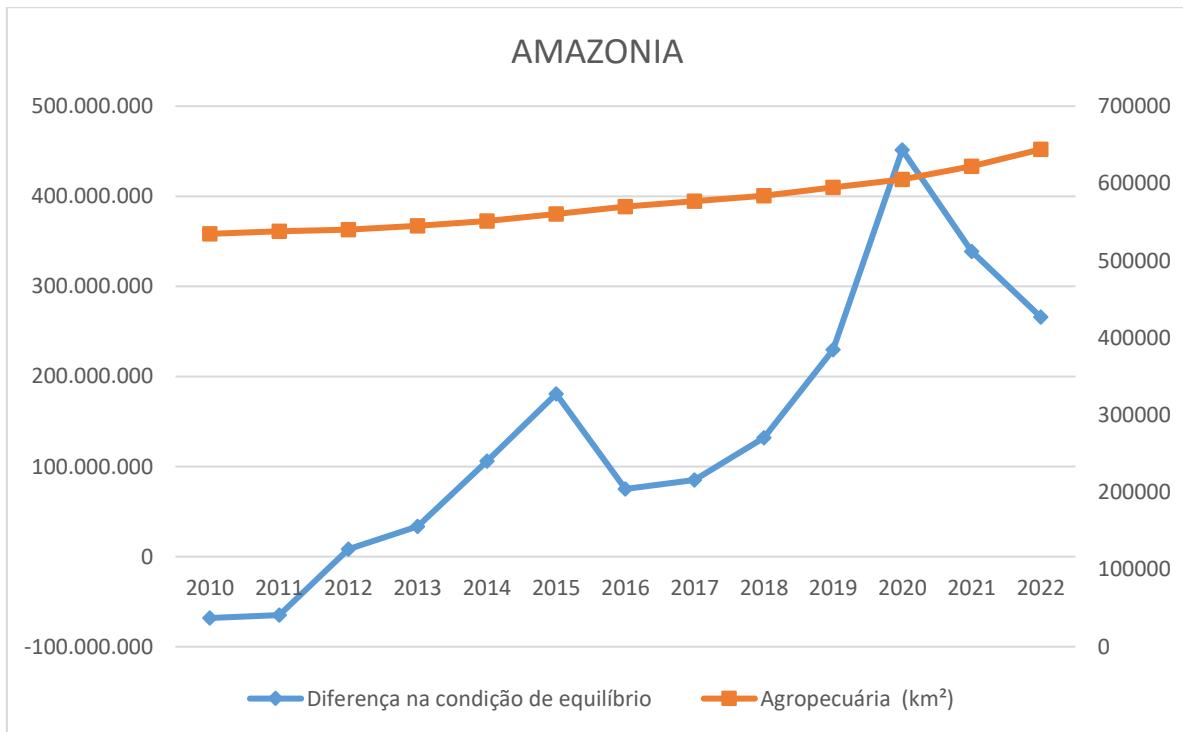
Portanto, se compararmos a trajetória do desmatamento nos biomas brasileiros e a evolução do desequilíbrio entre os setores conseguimos encontrar uma comensurabilidade entre eles? Uma vez já apresentado os dados sobre as movimentações das áreas de cobertura de florestas com as áreas de atividades agropecuárias, resta-nos agora comparar a área de agricultura com a evolução da desproporção interdepartamental.

Gráfico 15 - Evolução da desproporção intersetorial da amostra de empresas (R\$) e da área de agricultura ( $\text{km}^2$ ) no Cerrado, entre 2010 e 2022.



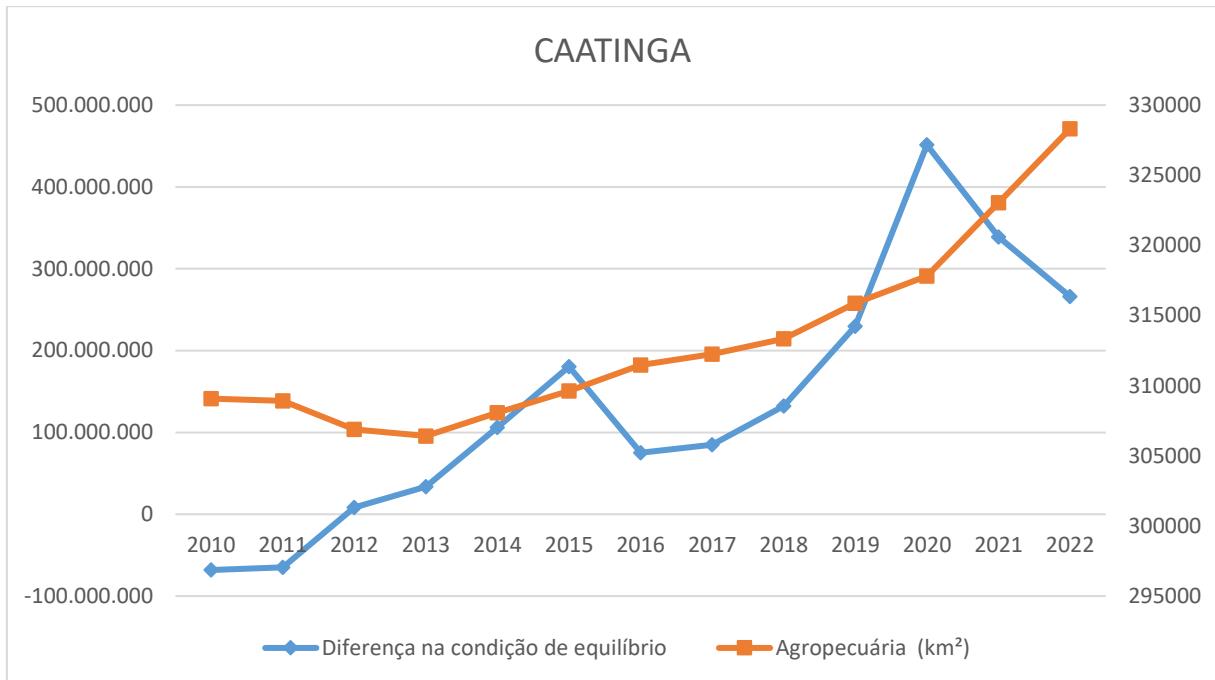
Fonte: EMVA 1.0; MapBiomas, 2025. Elaboração Própria.

Gráfico 16 - Evolução da desproporção intersetorial da amostra de empresas (R\$) e da área de agricultura ( $\text{km}^2$ ) na Amazônia, entre 2010 e 2022.



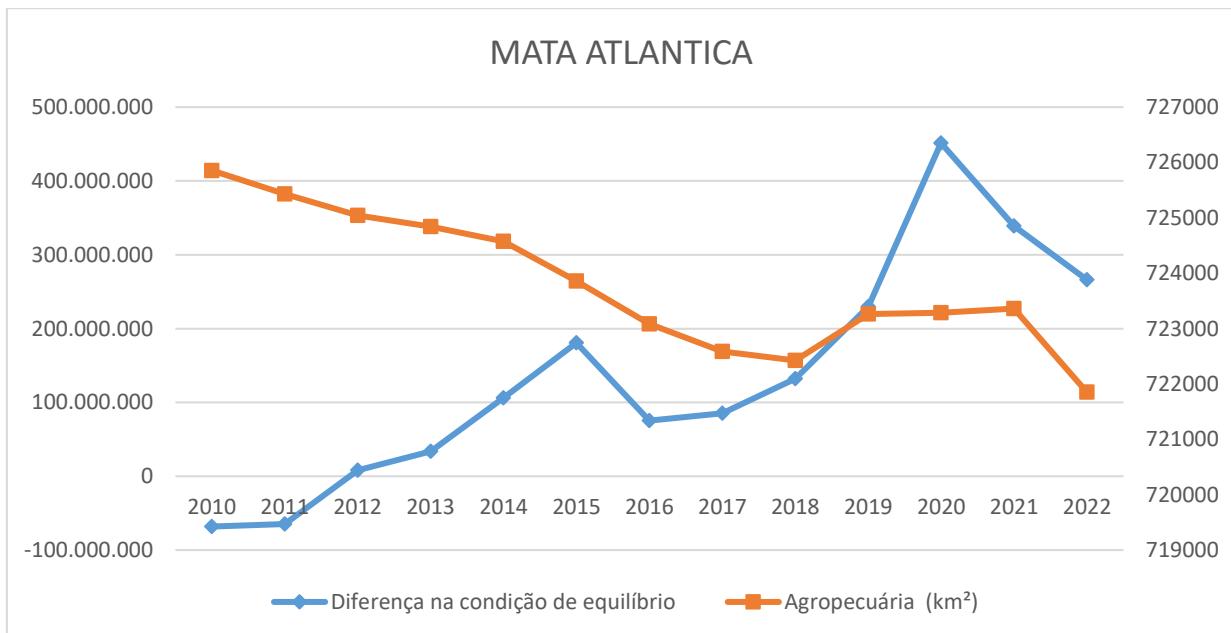
Fonte: EMVA 1.0; MapBiomas, 2025. Elaboração Própria.

Gráfico 17 - Evolução da desproporção intersetorial da amostra de empresas (R\$) e da área de agricultura (km<sup>2</sup>) na Caatinga, entre 2010 e 2022.



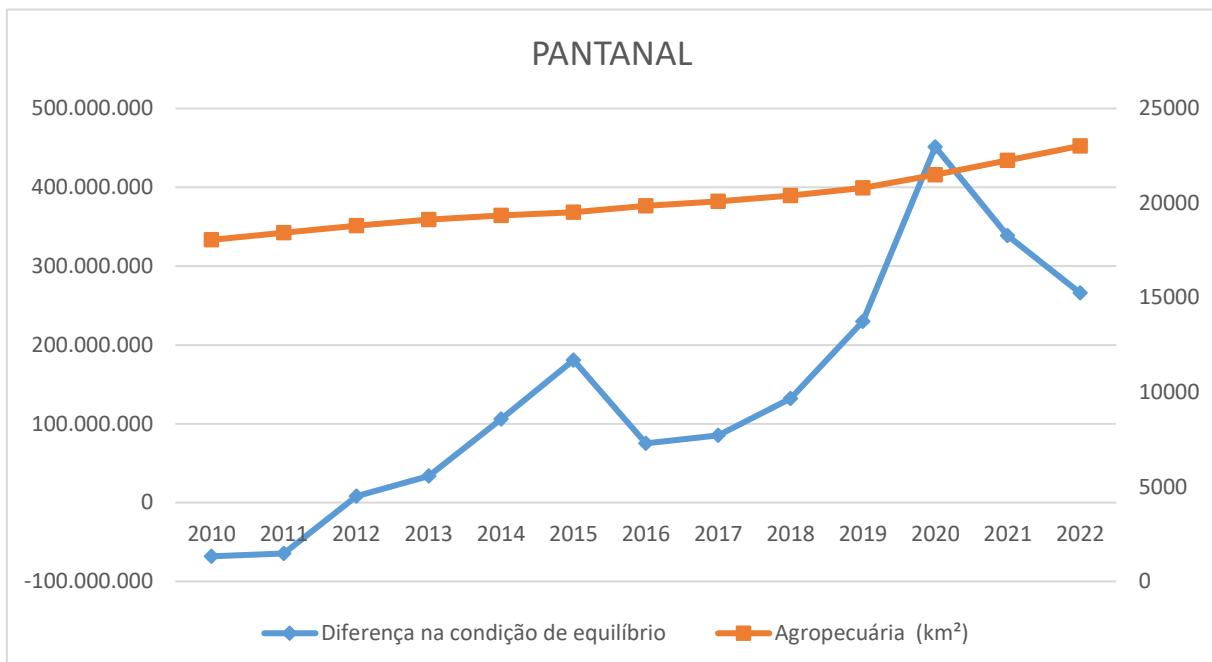
Fonte: EMVA 1.0; MapBiomass, 2025. Elaboração Própria.

Gráfico 18 - Evolução da desproporção intersetorial da amostra de empresas (R\$) e da área de agricultura (km<sup>2</sup>) na Mata Atlântica, entre 2010 e 2022.



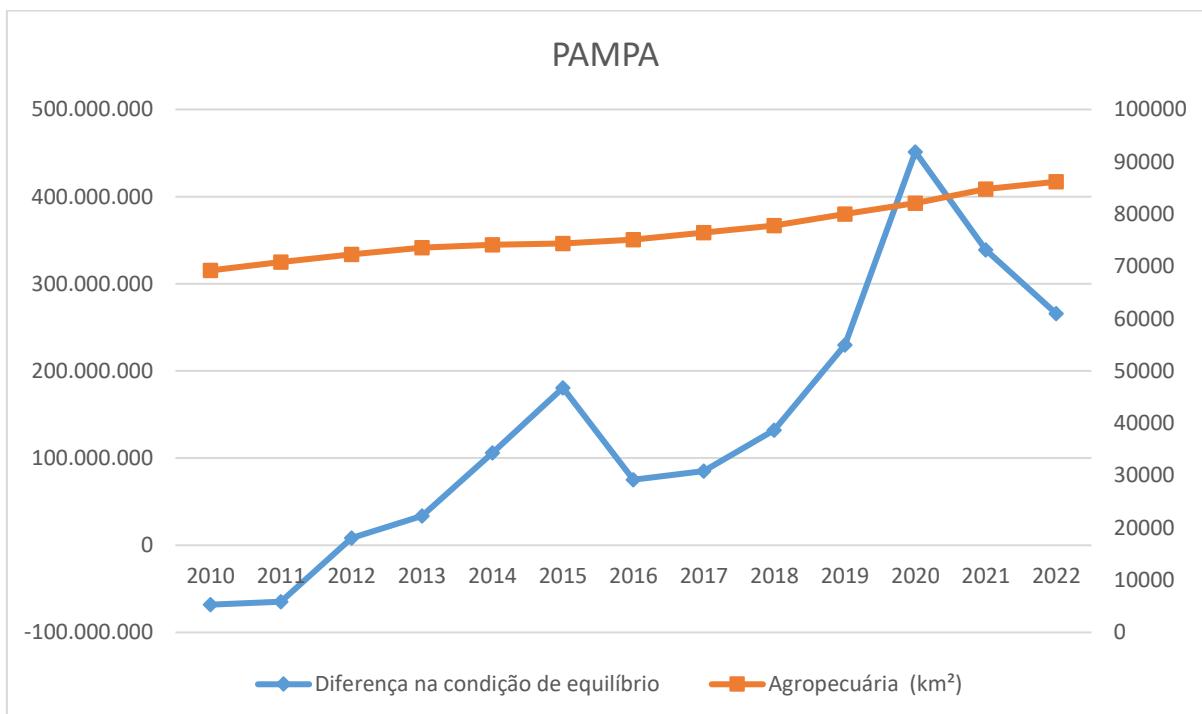
Fonte: EMVA 1.0; MapBiomass, 2025. Elaboração Própria.

Gráfico 19 - Evolução da desproporção intersetorial da amostra de empresas (R\$) e da área de agricultura ( $\text{km}^2$ ) no Pantanal, entre 2010 e 2022.



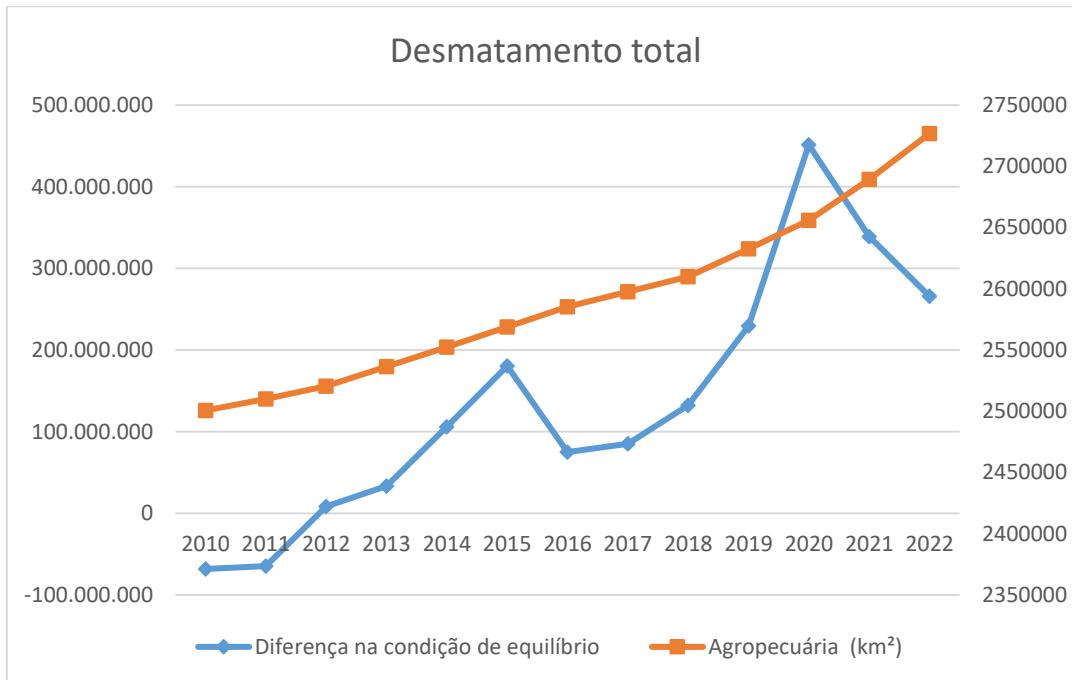
Fonte: EMVA 1.0; MapBiomas, 2025. Elaboração Própria.

Gráfico 20 - Evolução da desproporção intersetorial da amostra de empresas (R\$) e da área de agricultura ( $\text{km}^2$ ) no Pampa, entre 2010 e 2022.



Fonte: EMVA 1.0; MapBiomas, 2025. Elaboração Própria.

Gráfico 21 - Evolução da desproporção intersetorial da amostra de empresas (R\$) e da área de agricultura (km<sup>2</sup>), entre 2010 e 2022.



Fonte: EMVA 1.0; MapBiomas, 2025. Elaboração Própria.

Os gráficos nos mostram que existe a possibilidade de haver uma relação direta entre o crescimento das atividades agropecuárias e o crescimento desproporção interdepartamental para os biomas brasileiros entre 2010 e 2022.

Ao comparar o desmatamento com o desequilíbrio interdepartamental, o que visualizamos é que o período entre 2016 e 2021, em que há recuperação da taxa média de lucro com a desproporção crescendo, a maioria dos biomas apresentou continuo crescimento das atividades agropecuárias.

Ou seja, a perda de cobertura das florestas se manteve em ritmo crescente durante todo o período de análise. Comparativamente o departamento de meios de consumo também apresentou ritmo de crescimento em todo o período. Expansão de D-II é expansão de atividades agropecuárias e essas atividades apresentam melhor produtividade quando aumentam áreas para plantações.

Portanto, perder essas terras é ampliar o desmatamento ao longo dos anos, utilizar-se das brechas das políticas ambientais para conseguir chegar em territórios que antes não tinham sido explorados, ou continuar explorando áreas já devastadas. É a realidade de como essas grandes firmas conseguem garantir espaços para que a produção seja orientada a utilizar o máximo das forças gratuitas da natureza para obtenção e maximização de lucros.

É necessário ressaltar que esses recursos não pagos não irão aparecer em termos de valores para as empresas, pois em grande maioria das vezes não custam valores para sua apropriação, logo, eles são externos a esses cálculos. Mas, eles aparecem como valores de uso, permitindo que a economia se reproduza mesmo com desproporção em termos de valor.

Em parte, é natural que os seres humanos mudem a natureza na medida em que a indústria e a agricultura vão se modificando e que se transforma também o metabolismo universal entre natureza e homem. No entanto, como bem argumenta Saito (2021), os humanos não estão em posição de mudar e manipular seu ambiente à vontade.

O fato de o Brasil continuar a manter o ritmo de crescimento de D-II quando ocorrem crises econômicas, implica em uma impossibilidade de um desenvolvimento sustentável, pensando até em garantia de possibilidade de acumulação de capital para as gerações futuras.

Saito (2021) ainda argumenta que o problema não é apenas a destruição do solo, mas a falta de liberdade e a alienação que cria aos seres humanos. Quanto mais desmatarmos, destruirmos o solo, mais destrutivo se torna o processo de vida humana. As condições para sobreviver se tornam de difícil acesso.

A recuperação na taxa de mais-valia é um exemplo claro de como a condição de vida piora. Isto pois, esse aumento na absorção de mais-valia vem pelo aumento na exploração do trabalhador. A condição de vida do trabalhador se torna cada vez mais insustentável. Jornadas maiores de serviço, locais de trabalho não planejados para lidar com as mudanças climáticas levando a ambientes inóspitos, inflação em alimentos que compõem a cesta básica são exemplos simples.

Por último, a produtividade nas atividades agropecuárias brasileiras também se torna um problema para o próprio capital. Visto que, quanto mais utiliza-se o solo, mais investimentos em capital constante precisam ser realizados para manter o nível de produtividade do departamento de produção de meios de consumo.

Esse aumento nos investimentos é visto sob a forma de maiores compras, e utilização, de fertilizantes. Pesquisas recentes, como a do Instituto Escolha indicam o aumento da necessidade de fertilizantes para produzir as mesmas quantidades, quando comparado a anos anteriores.

Em outras palavras, torna-se cada vez mais cara a manutenção dos níveis de produtividade. Como consequência, tem-se o aumento da necessidade de rotações mais rápidas de capital constante para acompanhar essa produtividade. É buscar exaurir o solo ao máximo em espaços de tempo cada vez mais curtos.

Um estudo do Instituto Escolhas, revelou que o Brasil usa agrotóxicos e fertilizantes de forma ineficiente e insustentável na produção de soja (a maior commodity do país)<sup>20</sup>. Segundo a pesquisa entre 1993 e 2023, a produção de soja no Brasil cresceu de 23 milhões de toneladas para 152 milhões de toneladas, no entanto esse crescimento é baseado em um modelo produtivo de alto consumo de insumos (terra, agrotóxicos e fertilizantes), o que o torna cada vez mais ineficiente e insustentável, tanto em termos econômicos quanto ambientais.

A utilização de agrotóxicos por área plantada (kg/ha) em 2023 foi cinco vezes maior quando comparado com 1993. Para a plantação de soja o Instituto Escolhas mostrou que era possível em 1993 produzir 23 sacas de soja para 1kg de agrotóxico, enquanto em 2023, para os mesmos 1kg de agrotóxico, só foi possível produzir 7 sacas de soja.

Em relação aos fertilizantes a lógica é a mesma. É necessária a utilização crescente de insumos para produzir a mesma quantidade de produto. De acordo com o Instituto Escolhas:

Em 2022, o país registrou um total de mais de 13 milhões de toneladas dos dois principais macronutrientes utilizados como fertilizantes: o fósforo ( $P_2O_5$ ) e o potássio ( $K_2O$ ). Entre 1993-2022, o crescimento do uso dos dois elementos somados foi de 299%, muito maior do que o crescimento da área plantada no mesmo período (85%). A estimativa é de um uso dos dois macronutrientes pela agricultura brasileira duas vezes maior por hectare em 2022 se comparado a 1993 (INSTITUTO ESCOLHAS, 2025, p. 9).

O que se vê no agronegócio brasileiro, não apenas para a produção de soja, mas para a produção de grãos, cereais e pastagem em geral, é que o volume de insumo aumentou. Isto leva a um aumento de custo de produção (capital constante) para continuar produzindo as mesmas quantidades anualmente. O resultado apresentado pela pesquisa indica que apesar do incremento tecnológico na produção de grãos os recordes da produção de soja estão mais associados ao aumento da área de produção do que ao aumento da produtividade.

Ou seja, o avanço do desmatamento para as atividades agropecuárias permite que o país consiga aumentar sua produção, suas exportações e auxilie no crescimento econômico do país, mas até quando? O Brasil investiu em um modelo produtivo importado da Revolução Verde<sup>21</sup>, dos países industrializados, que além de não ser sustentável no longo prazo, vem apresentando, ano a ano, uma queda na sua efetividade que pode colocar em risco a própria estrutura macroeconômica brasileira.

<sup>20</sup>INSTITUTO ESCOLHAS, *Brasil como líder mundial em produção de soja: até quando e a que custo?* (Sumário Executivo), São Paulo: Instituto Escolhas, 2025.

<sup>21</sup> Período, iniciado no decorrer do século XX, com foco em inovações tecnológicas na agricultura que produziram um aumento na produção de alimentos.

As implicações disso para o trabalhador é o aumento no preço dos alimentos. A inflação no preço dos alimentos, e aqui não me refiro a soja ou carne, mas alimentos básicos no consumo diário das famílias brasileiras, como arroz e feijão, indica uma redução no poder de compra que coloca milhares de pessoas em possíveis situações de risco de fome.

Se, então, o desmatamento é a fonte de recuperação da economia brasileira e as florestas e áreas de vegetação são limitadas, a questão implícita é que a relação metabólica entre homem e natureza está sendo esticada até seu ponto de quebra.

É natural que o país necessite apresentar medidas de proteção para preservar uma sustentabilidade mínima. Muitas vezes de cobranças externas. O Brasil tem o Código Florestal, que pode ser considerado a maior medida de proteção ambiental em atuação. No entanto, é uma lei que apresenta sérias dificuldades de ser efetivamente implementada de norte a sul.

Os dados disponibilizados pelo Observatório do Código Florestal mostram que as áreas de territórios tradicionais são as mais vulneráveis a desmatamentos ilegais, exatamente por serem as áreas onde o capital não penetrou completamente ainda.

Pelo recorte fundiário é possível ver que os territórios tradicionais possuem cerca de 1.029.509,411 km<sup>2</sup>, isso é mais ou menos 12% em relação ao território brasileiro. Nessa área, apenas 253.698,99 km<sup>2</sup> foram cadastrados (24,64%). O Governo Federal só faz efetivo acompanhamento do cumprimento ou não do Código Florestal em áreas cadastradas. A dinâmica para os imóveis rurais é relativamente o contrário: pouco mais de 80% de todas as áreas nesse território fazem parte do cadastro e é possível acompanhar.

A grande questão que esses dados nos apresentam é que ao analisarmos a conformidade com o Código Florestal a parte do Excedente de RL diminui cerca de 14% entre um ano e outro. O passivo, tanto de RL quanto de APP, apresentou aumento. Os biomas que maior apresentaram aumento no passivo de RL foi Caatinga e Cerrado, nos passivos de APP Pantanal e Cerrado foram os primeiros.

Tabela 7 - Conformidade com o Código Florestal – Balanço dos Imóveis Rurais, por bioma (em km<sup>2</sup>), em 2024, comparado com 2023<sup>22</sup>

Bioma	Excedente de RL	Passivo de RL	Passivo de APP	Remanescente RL	Remanescente APP
Amazônia	59.869,28 ↓ 29%	75.341,01 ↑ 20%	6.472,66 ↓ 20%	402.877,52 ↓ 25%	20.426,30 ↓ 29%
Caatinga	178.900,95 - 3%	3.492,53 ↑ 87%	3.810,05 ↑ 26%	83.793,51 - 2%	7.059,18 ↑ 8%
Cerrado	249.332,37 ↓ 20%	54.028,54 ↑ 35%	9.474,98 ↑ 37%	308.428,73 ↓ 8%	25.756,18 ↓ 13%
Mata Atlântica	95.422,70 ↓ 9%	27.474,94 ↑ 9%	11.240,60 ↑ 10%	98.951,37 ↓ 4%	11.775,86 ↓ 5%
Pampa	45.793,32 - 3%	2.245,62 - 3%	1.156,62 ↑ 25%	26.463,36 - 0%	4.113,54 ↓ 39%
Pantanal	53.018,74 ↓ 12%	396,08 ↑ 33%	509,92 ↑ 86%	32.091,14 ↓ 2%	8.944,70 ↓ 106%
<b>Total</b>	<b>682.337,36 ↓ 14%</b>	<b>162.978,73 ↑ 1%</b>	<b>32.664,83 ↑ 10%</b>	<b>952.605,63 ↓ 15%</b>	<b>78.075,77 ↓ 9%</b>

Fonte: Termômetro Florestal – Observatório do Código Florestal, 2024 & Elaboração Própria.

Isso quer dizer que o déficit de cobertura vegetal mínimo exigido, tanto para APP quanto RL, para o cumprimento da área não está sendo respeitado. Logo, os requisitos de preservação vegetal estabelecidos não estão sendo cumpridos. Para piorar a situação, o fato de que o excedente de RL está caindo, com destaque para Amazônia e Cerrado, mostra como vem sendo perdido áreas florestais no país para as atividades agroindustriais.

O Cerrado aparece como segundo maior em todas essas análises, que pode ser explicado por ser o bioma que abriga quase toda a região do MATOPIBA e essa é a região que vem apresentando maior expansão nos últimos anos. O déficit total de vegetação em APP e RL no bioma chega a 60.510 km<sup>2</sup>

A questão do Cerrado que fica é não apenas o fato de sua exploração nos últimos anos ter crescido consideravelmente, mas as implicações que isso causa. Segundo o relatório publicado pelo jornal *Ambiental Media, Cerrado: elo das Águas do Brasil*, o bioma está secando, e com ele os rios que abastecem o país todo. A vegetação nativa diminuiu 22% ao todo, as chuvas apresentaram queda de 21%, a vazão dos rios caiu 27% desde 1970.

A grande causa é o desmatamento para a agropecuária, que ao juntar com a crise climática eminentes dos últimos anos, estão ressecando o bioma. É um bioma a beira de um

---

<sup>22</sup> Por não disponibilidade dos dados o projeto não conseguiu comparar essa conformidade com o Código Florestal para outros anos anteriores. No entanto, esses dados não fogem muito do que vem sendo observado no período da análise o que nos faz presumir que caso tivéssemos os dados os resultados seriam parecidos.

colapso. E, não atrás, tem a Amazônia que está chegando ao ponto de não retorno, e o Pantanal que vem apresentando crise hídrica.

Em suma, a ruptura metabólica entre homem e natureza que Marx observou no século XIX se apresenta na economia brasileira do século XXI como uma contínua desproporção interdepartamental em termos de valores, que consegue pela manutenção de crescimento do departamento de produção de meios de consumo, sob a forma de desmatamento, exaurir as forças da natureza (terra e água) para produzir capital, e por meio da retração no departamento de produção de meios de produção, recuperar a taxa média de lucro.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Burkett e Foster, ao analisarem a relação entre as leis da termodinâmica e Marx, argumentam que Marx viu a relação do sistema capitalismo com a sociedade como um sistema aberto, que troca energia e matéria. Esse pensamento clássico se aproxima muito dos fundamentos da economia ecológica.

Assim, o conceito de ruptura metabólica que Marx desenvolve nesse sistema aberto que realiza trocas pode ser observado também pelo conceito de ruptura ecológica, em que a separação entre homem e natureza acaba violando os princípios de uma economia sustentável.

Indo além, acredito que a ruptura metabólica de Marx é o passo fundamental para compreendermos as relações sociais e os riscos ambientais que o sistema capitalista, com busca incessante de acumulação de capital (seja ele capital manufaturado, capital humano, capital social, capital financeiro ou capital natural), apresenta para o futuro da humanidade.

Desta maneira, a hipótese desenvolvida neste trabalho foi a de que parte do aumento na desproporção entre os departamentos é acompanhado por uma diminuição da cobertura florestal e da superfície de água disponível nos biomas Amazônia, Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica, Pantanal, Pampa e na região do MATOPIBA entre 2010 e 2022.

Em outras palavras, uma parte do desequilíbrio interdepartamental provocado pelo recuo do departamento dos meios de produção consegue ser compensado pelo aumento do acesso a terras adicionais e a recursos não pagos, visto sob a forma de diminuição de cobertura florestal nos biomas brasileiros.

Isto seria dizer que a combinação entre o aumento da desproporção interdepartamental e a recuperação da lucratividade média da economia brasileira, entre 2016 e 2022, é o resultado da conquista dos mercados externos no processo irreversível de ruptura metabólica entre homem e natureza do sistema capitalista.

Este trabalho conseguiu apresentar a existência dessa possível relação direta entre desmatamento e desproporção entre os setores. O que nos leva a pensar que em um país periférico, como o Brasil, o impasse do desequilíbrio é em partes solucionado com o avanço do desmatamento para a ampliação do departamento de meios de consumo.

As implicações disso, em termos de valores, podem não ser explicitamente vistas na medida que o valor se tornar um sujeito na forma de capital, mas acredito que se houvesse a possibilidade de os esquemas de reprodução serem analisados em termos de valores de uso existiria a possibilidade de que a desproporção interdepartamental não ocorreria como a enxergamos hoje, e perceberíamos o real impacto que essa desproporção implica.

Propõe-se a análise dessas relações não apenas em termos de fluxos monetários, pois existe a própria dificuldade dentro da economia de mensurar a valorização da perda vegetação em termos monetários. O que foi observado é uma recuperação na taxa de lucro por retração do departamento de meios de produção.

Isto nos indica que pelo lado do valor a economia brasileira apresenta possibilidades de recuperação mesmo que isso implique em destruição de ecossistemas. O limite da acumulação de capital, para o Brasil, é o limite que a sociedade impõe para a exploração do meio ambiente. Ou seja, haverá um momento em que a possibilidade de acumular capital se esgotará completamente no país, e as formas atuais de recuperação não mais serão suficientes.

Nos termos de ruptura metabólica presente em Saito, as forças da natureza se esgotam e são destruídas devido a essa intensificação e ampliação da produção, que leva a própria exaustão da própria força de trabalho em função de um aumento da mais-valia. As consequências são uma sociedade que se distancia cada vez mais de um ponto mínimo de conciliação entre natureza e homem.

Portanto, não é apenas o meio ambiente que sofre com essa exploração, vista pelo desmatamento dos biomas e na região do MATOPIBA, mas também o trabalho. Esse crescimento infinito que o capitalismo requer dentro de um sistema finito, na economia brasileira se apresenta não só no esgotamento do meio ambiente, mas também esgota a força de trabalho e as condições de vida.

## REFERÊNCIAS

ARAUJO, Priscila. **Desenvolvimento dependente latino-americano no século XXI: desigualdade e padrão de reprodução.** 2013. Tese (Doutorado em Economia) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2013. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/13453>. Acesso em: 14 jul. 2025.

AZEVEDO, R.; MORAES, L. S. Os esquemas de reprodução de Marx enquanto ferramenta econômica para análise da trajetória do desmatamento nos biomas brasileiros. **Revista da Sociedade Brasileira de Economia Política**, 2025. No prelo.

AZEVEDO, R.; MORAES, L. S.; WILLON, F. S. Estudo do duplo impacto da atuação da Petrobras entre 2016 e 2022: recuperação da taxa geral de lucro e desproporção interdepartamental. **Brazilian Keynesian Review**, 2025. No prelo.

AZEVEDO, Raquel. Análise dos ciclos da economia brasileira em Formação Econômica do Brasil de Celso Furtado a partir dos esquemas de reprodução de Marx. **Revista da Sociedade Brasileira de Economia Política**, n. 70, p. 114-130, set./dez. 2024. DOI: <https://doi.org/10.1590/2595-6982.2024.1130>.

AZEVEDO, Raquel; SEGURA MORAES, Leonardo. EMVA 1.0 - Amostra de 54 empresas. figshare, 2025. **Dataset**. Disponível em: <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.29442428.v1>.

BELLAMY FOSTER, John; BURKETT, Paul. Classical Marxism and the Second Law of Thermodynamics: Marx/Engels, the Heat Death of the Universe Hypothesis, and the Origins of Ecological Economics. **Organization & Environment**, v. 21, n. 1, p. 3–37, 2008. Disponível em: <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/1086026607313580>. Acesso em: 15 jul. 2025.

BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil**. Art. 225. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/constituicao.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm). Acesso em: 24, ago. 2025.

BRASIL. Lei n. 11.428, de 22 de dezembro de 2006. Dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, p. 1, 26 dez. 2006. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2004-2006/2006/lei/l11428.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2006/lei/l11428.htm). Acesso em: 11 set. 2025.

BURKETT, Paul; FOSTER, John Bellamy. Metabolism, energy, and entropy in Marx's critique of political economy: Beyond the Podolinsky myth. **Theory and Society**, v. 35, n. 1, p. 109–156, 2006. Disponível em: <http://link.springer.com/10.1007/s11186-006-6781-2>. Acesso em: 15 jul. 2025.

ECOS (123ecos). **Biomas do Brasil** [online]. Disponível em: <https://123ecos.com.br/docs/biomas-do-brasil/>. Acesso em: 25 jun. 2025.

IBGE. **Biomas brasileiros**. 2025. Disponível em: <https://educa.ibge.gov.br/jovens/conheca-o-brasil/territorio/18307-biomas-brasileiros.html>. Acesso em: 24 ago. 2025.

INSTITUTO DE PESQUISA AMBIENTAL DA AMAZÔNIA – IPAM. Matopiba bate recorde histórico de desmatamento no Cerrado. **IPAM**, 5 jan. 2022. Disponível em: <https://ipam.org.br/matopiba-bate-recorde-historico-de-desmatamento-no-cerrado/>. Acesso em: 14 jul. 2025.

INSTITUTO ESCOLHAS. **Brasil como líder mundial em produção de soja: até quando e a que custo?** Relatório técnico. São Paulo: Instituto Escolhas, 2025. ISBN 978-65-86405-66-8. Disponível em: <https://www.escolhas.org/biblioteca/estudos-instituto-escolhas/>. Acesso em: 10 ago. 2025.

INSTITUTO ESCOLHAS. **Brasil como líder mundial em produção de soja: até quando e a que custo?** Sumário executivo. São Paulo: Instituto Escolhas, 2025. ISBN 978-65-86405-66-8. Disponível em: <https://www.escolhas.org/biblioteca/estudos-instituto-escolhas/>. Acesso em: 10 ago. 2025.

LUXEMBURGO, Rosa. **A acumulação do capital: contribuição ao estudo econômico do imperialismo**. Tradução de Marijane Vieira Lisboa e Otto Erich Walter Maas. São Paulo: Abril Cultural, 1984. 2 v. (Os Economistas).

MAPBIOMAS. **Brasil: Coleção 9**, 2023. Disponível em: <https://brasil.mapbiomas.org/estatisticas/>. Acesso em: 21 out. 2024.

MAPBIOMAS. **Brasil: Estatísticas**. Disponível em: <https://brasil.mapbiomas.org/estatisticas/>. Acesso em: 02 nov. 2024.

MAPBIOMAS. Matopiba passa a Amazônia e assume a liderança do desmatamento no Brasil. **MapBiomas Brasil**, 28 maio 2024. Disponível em: <https://brasil.mapbiomas.org/2024/05/28/matopiba-passa-a-amazonia-e-assume-a-lideranca-do-desmatamento-no-brasil/>. Acesso em: 14 jul. 2025.

MARX, Karl. **O Capital: crítica da economia política**. Vol. I. São Paulo: Boitempo, 2013.

MARX, Karl. **O Capital: crítica da economia política**. Vol. 2. São Paulo: Boitempo, 2013.

MARTINS, Matheus Fernando Moreira Dias Sadde. O “A Acumulação do Capital de Rosa Luxemburgo” e a sua teoria da reprodução do capital social total: apontamentos sobre método e revolução. **Cadernos Cemarx**, v. 15, p. 1–39, 2022.

MORAES, L. S.; AZEVEDO, R. Notas para um estudo marxista dos valores adicionados na economia brasileira contemporânea (2010-2021). **Nexos Econômicos**, Dossiê - “A validade contemporânea da teoria do valor” [½], v. 16, n. 1, 2023. DOI: 10.9771/rene.v16i1.55823.

MOURA, Adriana Maria Magalhães de. Trajetória da política ambiental federal no Brasil. In: MOURA, Adriana Maria Magalhães de (org.). **Governança ambiental no Brasil: instituições, atores e políticas públicas**. Brasília: Ipea, 2016. Cap. 1, p. 13–43. Disponível em: <https://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/9264>. Acesso em: 24 jun. 2025.

PEREIRA, Caroline Nascimento; PORCIONATO, Gabriela Lanza; CASTRO, César Nunes de. **Aspectos socioeconômicos da região do Matopiba**. Brasília: Ipea, 2018. Disponível em: <https://repositorio.ipea.gov.br/entities/publication/0e10e037-935c-4f1d-ba83-ca7a3923baff>. Acesso em: 25 ago. 2025.

RIBEIRO, Ronaldo. Cerrado, o elo sagrado das águas do Brasil. **Ambiental**, 23 jun. 2025. Disponível em: <https://cerrado.ambiental.media/pt/>. Acesso em: 15 jul. 2025.

ROSA, Eduardo et al. **Nota Técnica: Seca Extrema e Incêndios no Pantanal em 2024**. MapBiomass, 2024.

SAITO, Kohei. **O ecossocialismo de Karl Marx**. Tradução: Pedro Davoglio. São Paulo: Boitempo, 2021.

SAITO, Kohei. Marx's Ecological Notebooks. **Monthly Review**, New York, v. 67, n. 9, fev. 2016. Disponível em: <https://monthlyreview.org/2016/02/01/marxs-ecological-notebooks/>. Acesso em: 12 jul. 2025.

SPAROVEK, G.; FREITAS, F. L. M.; MATSUOKA, M. **Mudanças no Código Florestal Brasileiro: impactos previstos na área de reserva legal nos imóveis rurais na Amazônia Legal**. Brasília: Ipea, 2012. (Texto para Discussão, n. 1.809). Disponível em: [https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/15949/1/pt-br\\_JP009PT\\_Mudancas\\_no\\_Codigo\\_Florestal\\_Brasileiro.pdf](https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/15949/1/pt-br_JP009PT_Mudancas_no_Codigo_Florestal_Brasileiro.pdf). Acesso em: 15 jul. 2025.

VÉLEZ, Eduardo; HASENACK, Heinrich; SCHIRMBECK, Juliano; SHIMBO, Julia. **Nota explicativa – Desmatamento no Bioma Pampa: Relatório Anual do Desmatamento – RAD 2023**. São Paulo: MapBiomass, 2024. Disponível em: <https://mapbiomas.org>. Acesso em: 12 ago. 2025.

VIEIRA JÚNIOR, Pedro Abel; GRUNDLING, Roberta Dalla Porta. Mudanças da produção agrícola: uma análise dos biomas brasileiros. In: **Plataforma Visão de Futuro do Agro**. 26 abr. 2022. Disponível em: <https://www.embrapa.br/visao-de-futuro/intensificacao-tecnologica-e-concentracao-da-producao/sinal-e-tendencia/mudancas-na-producao-agricola>. Acesso em: 25 jun. 2025.

## ANEXO A – DEFINIÇÃO DO TAMANHO DAS APPs

<b>APP</b>	<b>Delimitações</b>	<b>Casos especiais</b>
Faixa Marginal: curso d’água natural perene e intermitente, excluídos os efêmeros, desde a borda da calha do leito regular;	<p>30 metros, para o curso d’água com &lt; 10 metros;</p> <p>50 metros, para o curso d’água com &lt; 10-50 metros;</p> <p>100 metros, para o curso d’água com &lt; 50-200 metros;</p> <p>200 metros, para o curso d’água com &lt; 200-600 metros;</p> <p>500 metros, para o curso d’água com &gt; 600 metros.</p>	<p>Apps também são consideradas quando declaradas de interesse social por ato do Chefe do Poder Executivo, as áreas cobertas com florestas ou outras formas de vegetação destinadas a uma ou mais das seguintes finalidades:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Conter a erosão do solo e mitigar riscos de enchentes e deslizamentos;</li> <li>2. Proteger as restingas ou veredas;</li> <li>3. Proteger várzeas;</li> <li>4. Abrigar exemplares da fauna ou da flora ameaçados de extinção;</li> <li>5. Proteger sítios de excepcional beleza ou valor científico, cultural ou histórico;</li> <li>6. Formar faixas de proteção ao longo de rodovias e ferrovias;</li> <li>7. Assegurar condições de bem-estar público;</li> <li>8. Auxiliar a defesa do território nacional, a critério das autoridades militares;</li> <li>9. Proteger áreas úmidas, especialmente as de importância internacional.</li> </ol>

Lagos e lagoas naturais	Áreas urbanas: 30 metros; Áreas rurais: 100 metros, exceto corpo d'água com até 20 hectares, cuja faixa será de 50 metros.	
Reservatórios artificiais	Decorrente de barramento ou represamento de cursos d'água naturais: faixa definida na licença ambiental do empreendimento;  Geração de energia ou abastecimento público: para áreas rurais entre 30-100 metros e áreas urbanas 15-30 metros.	
Acumulações naturais ou artificiais com superfície inferior a 1 hectare	<b>Dispensada a APP</b> , mas vedada nova supressão de áreas de vegetação nativa, salvo autorizado pelo órgão competente do SISNAMA	
Reservatórios artificiais	Não será exigida APP no entorno se <b>não decorrer de barramento ou represamento</b> de cursos d'água naturais	
Reservatórios artificiais	Na implantação, o empreendedor, no âmbito do licenciamento ambiental, elaborará Plano Ambiental de Conservação e Uso do Entorno do Reservatório (PACUERA), em conformidade com termo de referência expedido pelo órgão competente, não podendo o uso exceder a <b>10% do total da APP</b>	
Nascente ou olho d'água (mesmo que intermitente)	Raio mínimo de 50 metros	

Encostas ou partes destas, com declividade superior a 45º	-	
Áreas em altitude superior a 1.800 metros (em relação ao nível do mar), qualquer que seja a vegetação	-	
No topo de morros, montes, montanhas e serras, com altura mínima de 100 metros e inclinação média maior que 25º	2/3 da altura mínima da elevação em relação à base	
Bordas dos tabuleiros ou chapadas	Nunca inferior a 100 metros em projeções horizontais, até a linha de ruptura do relevo	
Restingas, com função fixadora de dunas ou estabilizadora de mangues;	-	
Manguezais	Em toda sua extensão	
Veredas	Largura mínima de 50 metros, a partir do limite do espaço brejoso e encharcado	

Fonte: Lei nº 12.651/2012, elaboração própria.

**ANEXO B – LOCALIZAÇÃO DE UMA ÁREA DE RL**

Localização de uma área de RL no imóvel rural deverá levar em consideração	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Plano de bacia hidrográfica;</li><li>2. Zoneamento Ecológico-Econômico;</li><li>3. Formação de corredores ecológicos com outra RL, com APP, com Unidade de Conservação ou com outra área legalmente protegida;</li><li>4. Áreas de maior importância para a conservação da biodiversidade;</li><li>5. Áreas de maior fragilidade ambiental.</li></ol>	
----------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

Fonte: Lei nº 12.651/2012, elaboração própria.

**ANEXO C – PESO DA PETROBRAS EM RELAÇÃO A AMOSTRA E AO D-I**

		c	v	m
2010	valores totais da amostra	1801965751	113422597	262083742
	valores totais do D-I	1070257280	41012313	222744161
	Petrobras	572971428	18475145	134503254
	% em relação aos valores totais da amostra	32%	16%	51%
	% em relação aos valores totais de D-I	54%	45%	60%
		c	v	m
2011	valores totais da amostra	2131560354	130351580	298633521
	valores totais do D-I	1252106378	46587157	255326557
	Petrobras	659482638	20463936	152767596
	% em relação aos valores totais da amostra	31%	16%	51%
	% em relação aos valores totais de D-I	53%	44%	60%
		c	v	m
2012	valores totais da amostra	2380197942	143899205	250451492
	valores totais do D-I	1455254521	53810684	201419650
	Petrobras	782145995	23625492	150548146
	% em relação aos valores totais da amostra	33%	16%	60%
	% em relação aos valores totais de D-I	54%	44%	75%
		c	v	m
2013	valores totais da amostra	2451718725	151811071	286391881
	valores totais do D-I	1531751862	59730695	232889944
	Petrobras	894394167	27550899	160338895
	% em relação aos valores totais da amostra	36%	18%	56%
	% em relação aos valores totais de D-I	58%	46%	69%
		c	v	m
2014	valores totais da amostra	2783085865	164998907	240535900
	valores totais do D-I	1690073863	63902863	175415756
	Petrobras	985278000	27550899	160338895
	% em relação aos valores totais da amostra	35%	17%	67%
	% em relação aos valores totais de D-I	58%	43%	91%

		c	v	m
2015	valores totais da amostra	3107446103	182735607	236592492
	valores totais do D-I	1809465648	65449395	160743838
	Petrobras	985397000	29732000	135752000
	% em relação aos valores totais da amostra	32%	16%	57%
	% em relação aos valores totais de D-I	54%	45%	84%
		c	v	m
2016	valores totais da amostra	2887556318	192268089	316996506
	valores totais do D-I	1578989937	69843375	247124900
	Petrobras	838797000	34477000	155601000
	% em relação aos valores totais da amostra	29%	18%	49%
	% em relação aos valores totais de D-I	53%	49%	63%
		c	v	m
2017	valores totais da amostra	2836276255	193300426	361707218
	valores totais do D-I	1549370999	65022652	287296870
	Petrobras	821413000	28866000	181233000
	% em relação aos valores totais da amostra	29%	15%	50%
	% em relação aos valores totais de D-I	53%	44%	63%
		c	v	m
2018	valores totais da amostra	3018915545	203303540	460080239
	valores totais do D-I	1674709429	69850960	383299057
	Petrobras	877236000	32289000	234149000
	% em relação aos valores totais da amostra	29%	16%	51%
	% em relação aos valores totais de D-I	52%	46%	61%
		c	v	m
2019	valores totais da amostra	3499836951	225599918	390164662
	valores totais do D-I	1834420577	68836991	295307395
	Petrobras	968618000	32039000	204133000
	% em relação aos valores totais da amostra	28%	14%	52%
	% em relação aos valores totais de D-I	53%	47%	69%
		c	v	m

	valores totais da amostra	3678155757	219998963	393626962
	valores totais do D-I	1962249957	59786785	293281943
	Petrobras	985271000	21861000	146179000
	% em relação aos valores totais da amostra	27%	10%	37%
	% em relação aos valores totais de D-I	50%	37%	50%
		c	v	m
2021	valores totais da amostra	4248723775	256661193	827822918
	valores totais do D-I	2141853442	73879304	679846152
	Petrobras	1006106000	32052000	351259000
	% em relação aos valores totais da amostra	24%	12%	42%
	% em relação aos valores totais de D-I	47%	43%	52%
		c	v	m
2022	valores totais da amostra	5130290893	274234882	807375874
	valores totais do D-I	2374423679	75031004	662318533
	Petrobras	1091675000	29191000	439371000
	% em relação aos valores totais da amostra	21%	11%	54%
	% em relação aos valores totais de D-I	46%	39%	66%
		c	v	m
2023	valores totais da amostra	5259270700	290100629	647018114
	valores totais do D-I	2423886509	81051660	530591753
	Petrobras	1122986000	34895000	331487000
	% em relação aos valores totais da amostra	21%	12%	51%
	% em relação aos valores totais de D-I	46%	43%	62%

Fonte: EMVA 1.0. Elaboração Própria.

**ANEXO D – PESO DA VALE EM RELAÇÃO A AMOSTRA E AO D-I**

		c	v	m
2010	valores totais da amostra	1801965751	113422597	262083742
	valores totais do D-I	1070257280	41012313	222744161
	Vale	212475826	5705628	43682867
	% em relação aos valores totais da amostra	12%	5%	17%
	% em relação aos valores totais de D-I	20%	14%	20%
		c	v	m
2011	valores totais da amostra	2131560354	130351580	298633521
	valores totais do D-I	1252106378	46587157	255326557
	Vale	261166345	7639096	57680877
	% em relação aos valores totais da amostra	12%	6%	19%
	% em relação aos valores totais de D-I	21%	16%	23%
		c	v	m
2012	valores totais da amostra	2380197942	143899205	250451492
	valores totais do D-I	1455254521	53810684	201419650
	Vale	296555923	9121430	21151310
	% em relação aos valores totais da amostra	12%	6%	8%
	% em relação aos valores totais de D-I	20%	17%	11%
		c	v	m
2013	valores totais da amostra	2451718725	151811071	286391881
	valores totais do D-I	1531751862	59730695	232889944
	Vale	291614028	9494576	40552999
	% em relação aos valores totais da amostra	12%	6%	14%
	% em relação aos valores totais de D-I	19%	16%	17%
		c	v	m
2014	valores totais da amostra	2783085865	164998907	240535900
	valores totais do D-I	1690073863	63902863	175415756
	Vale	320922731	9484304	25933073
	% em relação aos valores totais da amostra	12%	6%	11%
	% em relação aos valores totais de D-I	19%	15%	15%

		c	v	m
2015	valores totais da amostra	3107446103	182735607	236592492
	valores totais do D-I	1809465648	65449395	160743838
	Vale	371403541	9496778	-15469744
	% em relação aos valores totais da amostra	12%	5%	-7%
	% em relação aos valores totais de D-I	21%	15%	-10%
		c	v	m
2016	valores totais da amostra	2887556318	192268089	316996506
	valores totais do D-I	1578989937	69843375	247124900
	Vale	292514416	7699590	22723768
	% em relação aos valores totais da amostra	10%	4%	7%
	% em relação aos valores totais de D-I	19%	11%	9%
		c	v	m
2017	valores totais da amostra	2836276255	193300426	361707218
	valores totais do D-I	1549370999	65022652	287296870
	Vale	288812042	7673020	41530812
	% em relação aos valores totais da amostra	10%	4%	11%
	% em relação aos valores totais de D-I	19%	12%	14%
		c	v	m
2018	valores totais da amostra	3018915545	203303540	460080239
	valores totais do D-I	1674709429	69850960	383299057
	Vale	320441899	9366795	58453551
	% em relação aos valores totais da amostra	11%	5%	13%
	% em relação aos valores totais de D-I	19%	13%	15%
		c	v	m
2019	valores totais da amostra	3499836951	225599918	390164662
	valores totais do D-I	1834420577	68836991	295307395
	Vale	374264359	8182391	14062276
	% em relação aos valores totais da amostra	11%	4%	4%
	% em relação aos valores totais de D-I	20%	12%	5%
		c	v	m

	valores totais da amostra	3678155757	219998963	393626962
	valores totais do D-I	1962249957	59786785	293281943
	Vale	425408632	9336054	66775723
	% em relação aos valores totais da amostra	12%	4%	17%
	% em relação aos valores totais de D-I	22%	16%	23%
		c	v	m
2021	valores totais da amostra	4248723775	256661193	827822918
	valores totais do D-I	2141853442	73879304	679846152
	Vale	444830000	9941000	163113000
	% em relação aos valores totais da amostra	10%	4%	20%
	% em relação aos valores totais de D-I	21%	13%	24%
		c	v	m
2022	valores totais da amostra	5130290893	274234882	807375874
	valores totais do D-I	2374423679	75031004	662318533
	Vale	438610000	9907000	101939000
	% em relação aos valores totais da amostra	9%	4%	13%
	% em relação aos valores totais de D-I	18%	13%	15%
		c	v	m
2023	valores totais da amostra	5259270700	290100629	647018114
	valores totais do D-I	2423886509	81051660	530591753
	Vale	441431000	10742000	81778000
	% em relação aos valores totais da amostra	8%	4%	13%
	% em relação aos valores totais de D-I	18%	13%	15%

Fonte: EMVA 1.0. Elaboração Própria.

**ANEXO E – DETERMINANTES DA TAXA MÉDIA DE LUCRO DA PETROBRAS**  
**ENTRE 2010 E 2023**

Ano	Taxa de mais-valia da Petrobras ( $m' = m/v$ )	Número de rotações do capital variável da Petrobras ( $R_v = \text{Receitas totais}/v$ )	Número de rotações do capital constante circulante da Petrobras ( $R_c = \text{Receitas totais}/c_c$ )	Composição orgânica do capital da Petrobras ( $c/v$ )	Taxa média de lucro anual das empresas da amostra
2010	758,90%	18,72261928	1,847575345	31,01309505	13,68%
2011	784,88%	18,938968	1,876970152	32,22657841	13,20%
2012	669,46%	18,38171523	1,719993299	33,10601934	9,92%
2013	600,96%	17,57438267	1,663488093	32,46333875	11,00%
2014	371,95%	16,38128847	1,404692487	31,75345644	8,16%
2015	471,54%	16,29113413	1,540429402	33,14264093	7,19%
2016	461,08%	12,24239348	1,846082857	24,32917597	10,29%
2017	648,33%	14,45468718	2,073441499	28,45607289	11,94%
2018	770,57%	15,57223822	2,267830323	27,16826164	14,28%
2019	745,49%	15,17082306	2,25893824	30,23246668	10,47%
2020	748,99%	19,1325191	1,797721128	45,06980467	10,10%
2021	1157,66%	20,35570323	2,616724487	31,38980407	18,37%
2022	1554,77%	28,57569114	2,375773266	37,39765681	14,94%
2023	985,39%	20,26218656	2,153654257	32,18185987	11,66%

Fonte: EMVA 1.0. Elaboração Própria.

**ANEXO F – PESO DA JBS EM RELAÇÃO A AMOSTRA E AO D-II**

		c	v	m
2010	valores totais da amostra	1801965751	113422597	262083742
	valores totais do D-II	273643221	19670126	39339581
	JBS	78214015	7095065	3962424
	% em relação aos valores totais da amostra	4%	6%	2%
	% em relação aos valores totais de D-II	29%	36%	10%
2011	valores totais da amostra	2131560354	130351580	298633521
	valores totais do D-II	309673293	20180137	43306964
	JBS	85901043	6801895	3632983
	% em relação aos valores totais da amostra	4%	5%	1%
	% em relação aos valores totais de D-II	28%	34%	8%
2012	valores totais da amostra	2380197942	143899205	250451492
	valores totais do D-II	349969896	22088154	49031842
	JBS	98078592	7839962	4136309
	% em relação aos valores totais da amostra	4%	5%	2%
	% em relação aos valores totais de D-II	28%	35%	8%
2013	valores totais da amostra	2451718725	151811071	286391881
	valores totais do D-II	387135836	23936682	53501937
	JBS	122099230	9260005	5739568
	% em relação aos valores totais da amostra	5%	6%	2%
	% em relação aos valores totais de D-II	32%	39%	11%
2014	valores totais da amostra	2783085865	164998907	240535900
	valores totais do D-II	445492780	28094502	65120144
	JBS	146976746	11846712	11840911
	% em relação aos valores totais da amostra	5%	7%	5%
	% em relação aos valores totais de D-II	33%	42%	18%
2015	valores totais da amostra	3107446103	182735607	236592492
	valores totais do D-II	541367256	35691701	75848654
	JBS	212757456	16719732	13964464
	% em relação aos valores totais da amostra	7%	9%	6%
	% em relação aos valores totais de D-II	39%	47%	18%

2016	valores totais da amostra	2887556318	192268089	316996506
	valores totais do D-II	549299752	38964382	69871606
	JBS	212999406	19500411	10398285
	% em relação aos valores totais da amostra	7%	10%	3%
	% em relação aos valores totais de D-II	39%	50%	15%
2017	valores totais da amostra	2836276255	193300426	361707218
	valores totais do D-II	552464774	40188839	74410348
	JBS	204475803	19425944	12627631
	% em relação aos valores totais da amostra	7%	10%	3%
	% em relação aos valores totais de D-II	37%	48%	17%
2018	valores totais da amostra	3018915545	203303540	460080239
	valores totais do D-II	621136070	43576044	76781182
	JBS	224203871	21923900	12987054
	% em relação aos valores totais da amostra	7%	11%	3%
	% em relação aos valores totais de D-II	36%	50%	17%
2019	valores totais da amostra	3499836951	225599918	390164662
	valores totais do D-II	844145670	51484168	94857267
	JBS	246656816	25244604	16808443
	% em relação aos valores totais da amostra	7%	11%	4%
	% em relação aos valores totais de D-II	29%	49%	18%
2020	valores totais da amostra	3678155757	219998963	393626962
	valores totais do D-II	940980384	64578553	100345019
	JBS	321650087	34884002	23593751
	% em relação aos valores totais da amostra	9%	16%	6%
	% em relação aos valores totais de D-II	34%	54%	24%
2021	valores totais da amostra	4248723775	256661193	827822918
	valores totais do D-II	1226279267	74203948	147976766
	JBS	413961826	39914628	36395704
	% em relação aos valores totais da amostra	10%	16%	4%
	% em relação aos valores totais de D-II	34%	54%	25%
2022	valores totais da amostra	5130290893	274234882	807375874
	valores totais do D-II	1514107344	83901502	145057341
	JBS	446388314	43339111	28480214
	% em relação aos valores totais da amostra	9%	16%	4%

	% em relação aos valores totais de D-II	29%	52%	20%
2023	valores totais da amostra	5259270700	290100629	647018114
	valores totais do D-II	1469207095	88740093	116426361
	JBS	446549082	45240213	10842556
	% em relação aos valores totais da amostra	8%	16%	2%
	% em relação aos valores totais de D-II	30%	51%	9%

Fonte: EMVA 1.0. Elaboração Própria.

**ANEXO G – PESO DA BRF S.A EM RELAÇÃO A AMOSTRA E AO D-II**

		c	v	m
2010	valores totais da amostra	1801965751	113422597	262083742
	valores totais do D-II	273643221	19670126	39339581
	BRF	33131127	3164458	4968912
	% em relação aos valores totais da amostra	2%	3%	2%
	% em relação aos valores totais de D-II	12%	16%	13%
2011	valores totais da amostra	2131560354	130351580	298633521
	valores totais do D-II	309673293	20180137	43306964
	BRF	36634921	3766162	5897350
	% em relação aos valores totais da amostra	2%	3%	2%
	% em relação aos valores totais de D-II	12%	19%	14%
2012	valores totais da amostra	2380197942	143899205	250451492
	valores totais do D-II	349969896	22088154	49031842
	BRF	41773429	4035239	5077133
	% em relação aos valores totais da amostra	2%	3%	2%
	% em relação aos valores totais de D-II	12%	18%	10%
2013	valores totais da amostra	2451718725	151811071	286391881
	valores totais do D-II	387135836	23936682	53501937
	BRF	42635396	4475046	5870153
	% em relação aos valores totais da amostra	2%	3%	2%
	% em relação aos valores totais de D-II	11%	19%	11%
2014	valores totais da amostra	2783085865	164998907	240535900
	valores totais do D-II	445492780	28094502	65120144
	BRF	38958698	4082427	7039373
	% em relação aos valores totais da amostra	1%	2%	3%
	% em relação aos valores totais de D-II	9%	15%	11%

2015	valores totais da amostra	3107446103	182735607	236592492
	valores totais do D-II	541367256	35691701	75848654
	BRF	43340531	4768435	8265034
	% em relação aos valores totais da amostra	1%	3%	3%
	% em relação aos valores totais de D-II	8%	13%	11%
2016	valores totais da amostra	2887556318	192268089	316996506
	valores totais do D-II	549299752	38964382	69871606
	BRF	50889761	4881405	5810966
	% em relação aos valores totais da amostra	2%	3%	2%
	% em relação aos valores totais de D-II	9%	13%	8%
2017	valores totais da amostra	2836276255	193300426	361707218
	valores totais do D-II	552464774	40188839	74410348
	BRF	50862970	5278842	5014755
	% em relação aos valores totais da amostra	2%	3%	1%
	% em relação aos valores totais de D-II	9%	13%	7%
2018	valores totais da amostra	3018915545	203303540	460080239
	valores totais do D-II	621136070	43576044	76781182
	BRF	45292865	4794575	3756695
	% em relação aos valores totais da amostra	2%	2%	1%
	% em relação aos valores totais de D-II	7%	11%	5%
2019	valores totais da amostra	3499836951	225599918	390164662
	valores totais do D-II	844145670	51484168	94857267
	BRF	46943662	5243091	7014699
	% em relação aos valores totais da amostra	1%	2%	2%
	% em relação aos valores totais de D-II	6%	10%	7%
2020	valores totais da amostra	3678155757	219998963	393626962

	valores totais do D-II	940980384	64578553	100345019
	BRF	55087067	5784055	7576889
	% em relação aos valores totais da amostra	1%	3%	2%
	% em relação aos valores totais de D-II	6%	9%	8%
2021	valores totais da amostra	4248723775	256661193	827822918
	valores totais do D-II	1226279267	74203948	147976766
	BRF	69412437	5771862	8405705
	% em relação aos valores totais da amostra	2%	2%	1%
	% em relação aos valores totais de D-II	6%	8%	6%
2022	valores totais da amostra	5130290893	274234882	807375874
	valores totais do D-II	1514107344	83901502	145057341
	BRF	77111646	6116739	5912111
	% em relação aos valores totais da amostra	2%	2%	1%
	% em relação aos valores totais de D-II	5%	7%	4%
2023	valores totais da amostra	5259270700	290100629	647018114
	valores totais do D-II	1469207095	88740093	116426361
	BRF	73472008	6741308	6500645
	% em relação aos valores totais da amostra	1%	2%	1%
	% em relação aos valores totais de D-II	5%	8%	6%

Fonte: EMVA 1.0. Elaboração Própria.