

# **INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS**

GABRIEL FRANCISCO BORGES DE CARVALHO

**Modelagem de agentes relacionados com o setor madeireiro na região de Sinop-MT.**

*Relatório Parcial*

Orientador: Maria Isabel Sobral Escada (INPE)  
Co-orientador: Vinicius do Prado Capanema (INPE)  
Co-orientador: Pedro Andrade (INPE)

São José dos Campos – SP  
2019

## 1. INTRODUÇÃO

A exploração seletiva de madeira nas florestas amazônicas tem impactos sociais e ambientes relevantes na região. Acentuando-se a partir da década de 70, a exploração seletiva persiste até os dias atuais e se caracteriza por uma alta complexidade, já que possui múltiplos agentes que se relacionam dinamicamente entre si e com outros segmentos. Além disso, a exploração seletiva de madeira se destaca pela importância econômica, pela geração de empregos e de recursos, abastecendo os mercados nacionais. Apesar da sua importância econômica, é uma atividade que ocasiona danos ambientais, sendo apontada, juntamente com o fogo, como um dos fatores que contribuem para o processo de degradação florestal (INPE, 2008, apud CAPANEMA, 2017).

A exploração seletiva é parte de um setor bastante expressivo economicamente, que é o setor madeireiro. O setor madeireiro possui uma complexa estrutura que envolve agentes responsáveis, por exemplo, pela extração da matéria prima madeireira, industrialização, comércio e transporte, além de entidades responsáveis pela fiscalização do setor. Por sua complexidade de funcionamento e os possíveis impactos socioambientais deste setor, este projeto -se propõe a desenvolver um modelo generativo baseado em agentes com a função de simular o comportamento dos agentes envolvidos nas tarefas de exploração e comercialização de madeira na região de Sinop, Mato Grosso. Esse modelo tem como recorte temporal uma das fases da fronteira madeireira da região de Sinop (MT), descrita por Capanema (2017). Esta região foi selecionada devido a sua expressiva participação no setor de base florestal do estado de Mato Grosso. É nessa região que se concentra grande parte das indústrias madeireiras do Estado, responsáveis por receber, processar e comercializar nacional e internacionalmente a madeira coletada na região norte do Mato Grosso (TEIXEIRA, 2006, RAVACHE, 2013). Sinop está localizada na região centro-norte do Mato Grosso e é o município de principal relevância da área de estudo. Sua existência é fruto de um empreendimento particular de origem paranaense, a Colonizadora Sinop S. A (Sociedade Imobiliária do Noroeste Paranaense). A importância de Sinop se deu principalmente pela sua localização privilegiada, localizada às margens da BR-163, o que possibilitou exercer atividades comerciais e de prestação de serviço com maior eficiência (CAPANEMA, 2017).

## 2. METODOLOGIA

A metodologia se resume a uma série de etapas como mostra o fluxograma (Figura 1) que inicia com uma revisão bibliográfica que tem como objetivo de contextualizar a região de estudo, e identificar os agentes que atuam no setor madeireiro na região do Sinop-MT. Esses estudos irão subsidiar a construção de uma tipologia de agentes envolvidos nas atividades madeireiras e estabelecer a relação entre eles. Além disso, a revisão teve como objetivo definir o recorte temporal desse estudo para a construção do modelo generativo, que será realizado na linguagem de programação Lua, utilizada na plataforma de modelagem escolhida, o TerraME. O modelo deverá ser capaz de reproduzir minimamente os comportamentos e decisões desses agentes, baseando-se no histórico da região, dando ênfase às trajetórias de degradação florestal do período de estudo definido. O modelo desenvolvido será calibrado e ajustado aos dados da série temporal de degradação florestal de Capanema (2017). Serão elaborados cenários com diferentes situações relacionadas com forçantes externas para realizar simulações e observar o comportamento dos agentes em cada cenário elaborado e incorporado ao modelo, verificando como suas ações impactam a paisagem, a partir das mudanças simuladas na cobertura florestal.

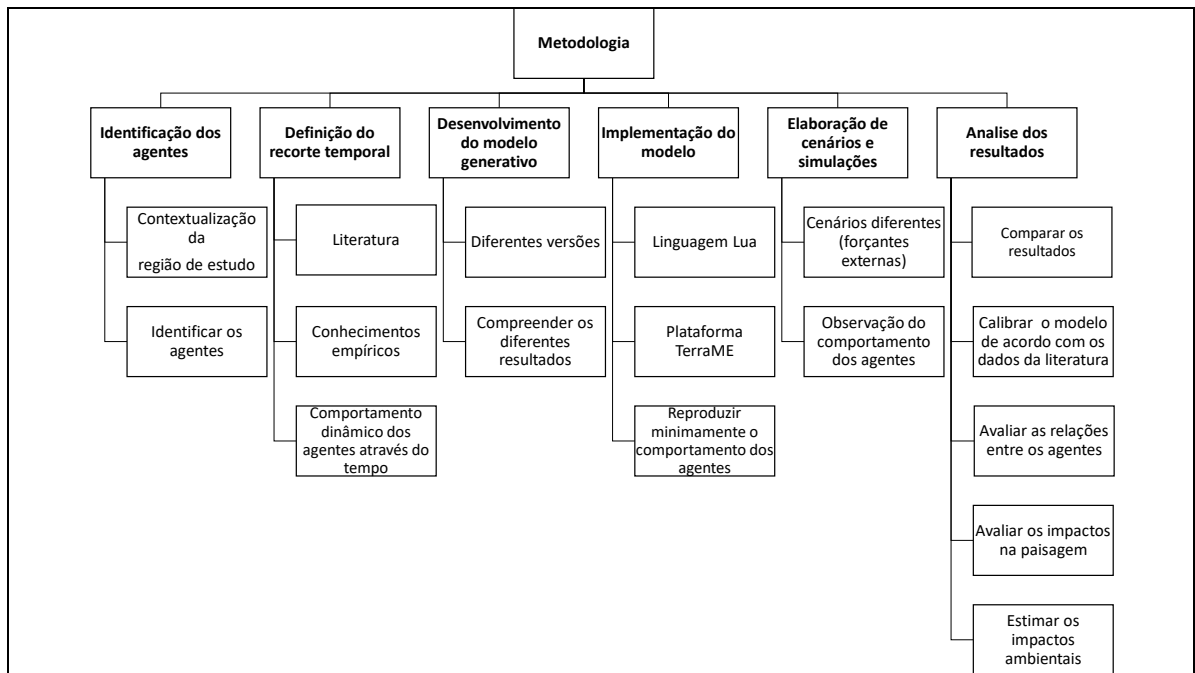


Figura 1 - Fluxograma da metodologia

Fonte: Produção dos autores

### **3. CRONOGRAMA**

Nesta seção serão descritas as etapas previstas no plano de trabalho do projeto com o objetivo de relatar as atividades, habilidades e conhecimentos desenvolvidos durante o estudo e o andamento da pesquisa.

#### **3.1. Resumo das etapas concluídas**

As etapas finalizadas envolvem a revisão bibliográfica para a contextualização do estudo na região do Sinop e do setor de extração madeireira possibilitando conhecer o método de trabalho dos agentes extratores de madeira e suas normas definidas por meio do conjunto de técnicas do plano de manejo florestal sustentável (PMFS). Foi realizada pesquisa em diferentes artigos sobre a tipologia dos agentes e seus diferentes comportamentos em resposta aos estímulos do ambiente em que estão inseridos. Esses artigos foram apresentados e debatidos no grupo de pesquisa, linguagem de programação Lua e a plataforma de modelagem TerraME foram estudadas, a formulação de um modelo generativo. A implementação do modelo em uma área menor para teste e controle das suposições iniciais do funcionamento do modelo, a replicação do modelo em cenários diferentes para análise de mudanças das políticas públicas.

#### **3.2. Detalhamento das etapas concluídas**

Nesta seção são descritas as atividades do plano de trabalho realizadas até o momento.

##### **3.2.1. Revisão de literatura para contextualização da região de estudo**

A região de Sinop, (Figura 2), se encontra na região central norte do estado do Mato Grosso. De acordo com o IBGE (2016, apud CAPANEMA, 2016), a região desta cidade se estende por aproximadamente de 3.900 Km<sup>2</sup> e possui mais de 129.000 mil habitantes.

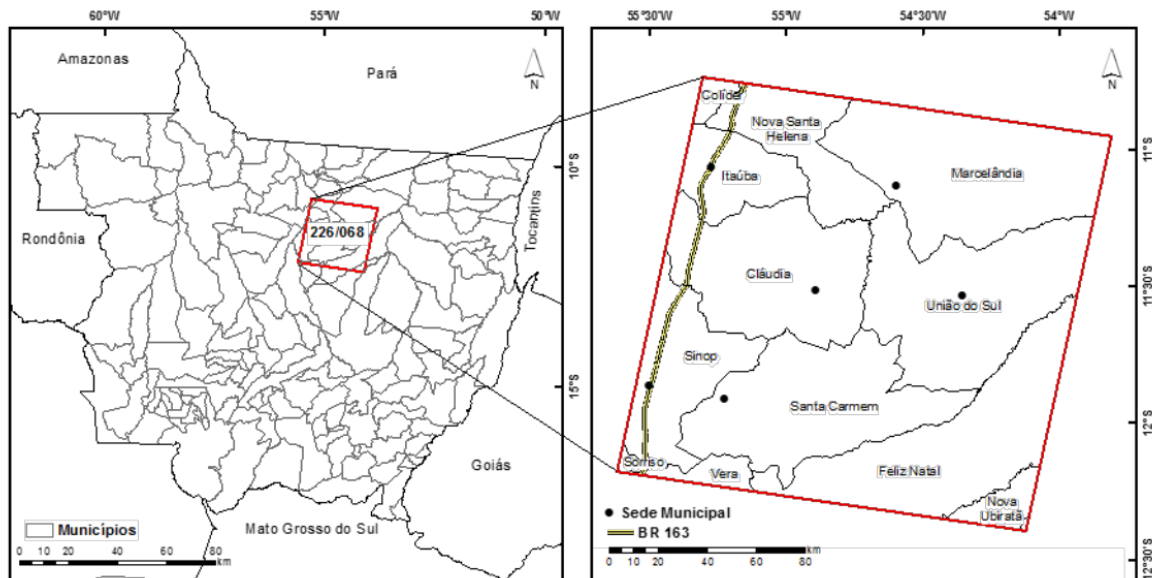


Figura 2 - Município de Sinop

Fonte: CAPANEMA (2017).

Sinop e os municípios próximos surgiram após a construção da BR-163 na década de 1970, como uma das ações do Projeto de Integração Nacional (PIN), de autoria do governo federal, que tinha como um de seus objetivos a ocupação da Amazônia (CAPANEMA, 2017). Empresas como a Colonizadora Sinop passaram a explorar as partes mais distantes do país tendo como motivação o incentivo fiscal para criação de polos industriais em regiões como as do município de Sinop e as rodovias que integravam as regiões longínquas com as partes mais populosa do país (BECKER, 1982).

A exploração madeireira sempre ocorreu na região dada abundância de florestas com árvores de valor comercial existente. A exploração madeireira experimentou fases diferentes na região devido às mudanças tecnológicas, econômicas e fiscais AMARAL (1998).

Quando se fala de mudanças econômicas, destaca-se a matriz econômica dinâmica da região que, no primeiro momento, foi direcionada para a agricultura de arroz, café e mandioca. Em seguida, após o fracasso dessas atividades, instala-se a pecuária e por fim o agronegócio. Paralelo a essas atividades, a extração de madeira continuou sendo realizada, mas em intensidades diferentes. No período de surgimento da maioria dos municípios da região em meados da década de 1970, a abundância de matéria prima e a ausência de controle e fiscalização na extração dos recursos madeireiros, garantiram a estabilidade econômica baseada quase que exclusivamente no setor madeireiro até a primeira metade da década de 1990 (MARTA, 2007).

Assim como mudanças econômicas, também foram observadas mudanças tecnológicas na região. Dentre os avanços tecnológicos se destacam o asfaltamento das rodovias e a aquisição e uso de aparelhos modernizados para extração madeireira que viabilizaram a intensificação e avanço da exploração florestal.

O conjunto de técnicas para extração sustentável da madeira é denominada de Plano de manejo florestal sustentável (PMFS), que estabelece algumas regras e definições. O Ministério do Meio Ambiente define o PMFS como um “conjunto de técnicas elaboradas com a finalidade de administrar a floresta para obter benefícios econômicos, sociais e ambientais, respeitando-se os mecanismos de sustentação do ecossistema manejado”. Pinagé (2013) retrata o plano de manejo sustentável como a um conjunto de técnicas de inventário e colheita, especiais para a extração de madeira de espécies de valor comercial, de maneira que o espaço florestal em questão possa ser capaz de continuar a garantir seus serviços e recursos ao longo dos anos (apud CAPANEMA, 2017).

### 3.2.2. Pesquisa bibliográfica para identificar os agentes do setor madeireiro em Sinop-MT

Modelos baseados em agentes, segundo Gilbert (2008), são compostos de agentes que interagem com o ambiente em que estão inseridos e possivelmente com outros agentes externos. Estes agentes podem ser indivíduos, organizações, firmas, ou corpos governamentais, nações-estados.

O agente central da pesquisa são os exploradores madeireiros, por isso o estudo de seu comportamento é essencial para a pesquisa. Para isso, foram estudados dois artigos com abordagens diferentes para a identificação dos agentes madeireiros e de seu comportamento.

O primeiro, escrito por Farias et al. (2017) foi estudado, apresentado e depois discutido com os orientadores. Nele o autor retrata o modelo de uma perspectiva econômica, para analisar incentivos negativos e seus efeitos na sustentabilidade das florestas amazônicas. A Figura 3 apresenta os mecanismos de tomada de decisão modelado dos agentes madeireiros.

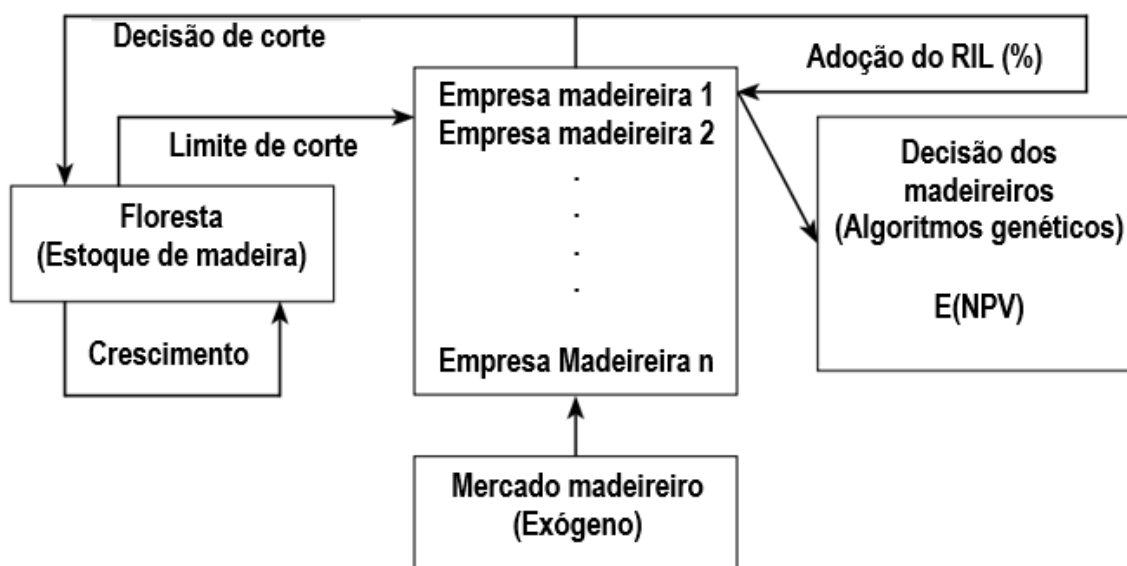


Figura 3 – Representação do modelo em um período “t”

Fonte: FARIAS et al, 2017 (ADAPTADO).

No artigo o autor descreve as empresas madeireiras como agentes gerados por um algoritmo genético, lógica computacional que distribui à um conjunto de indivíduos características em formatos de genes, expressas por instruções de código, que os farão tomar as suas decisões no modelo. Estas características determinarão a adesão das técnicas de silvicultura de impacto reduzido (*Reduced impact logging* ou RIL) ou a exploração convencional e predatória (*Conventional Logging* ou CL). As decisões são sempre calculadas para maximizar seu lucro ou valor presente líquido (*Net Present Value*, NPV) ao longo do tempo. A floresta tem o seu próprio mecanismo de crescimento, que é afetado pela decisão de corte dos agentes. Ao tomar decisões de fazer o corte da madeira, as companhias também sofrem influência exógena do mercado madeireiro, em forma de exigência de certificações e preço da madeira, e do governo como multas e incentivos fiscais.

Neste modelo os agentes são incentivados a aderir as técnicas sustentáveis por causa de redução de rejeitos que esta estratégia trás, oportunidade de vender para mais clientes que exigem a certificação dos produtos, subsídios governamentais na venda de madeira e redução de risco por evitar multas. Porém ao mesmo tempo é preso as técnicas predatórias convencionais, devido ao alto investimento e treinamento que as técnicas sustentáveis requerem, preços baixos da madeira no mercado internacional, baixa fiscalização e pouca ação contra a ilegalidade. Consequência da alta complexidade de detectar e corrigir desvios.

O segundo artigo analisado, escrito por Soritov et al. (2016), tem como objetivo o relato da construção de um modelo de comportamento dos exploradores do recurso madeireiro com uma abordagem interdisciplinar, integrando a economia, sociologia e psicologia. Para tal, o autor usa um sistema de suporte de decisões (DSS), que permite a modelagem mais fiel a realidade.

O modelo usa conhecimentos econômicos, sociológicos e psicológicos para construir o comportamento de proprietários florestais (Figura 4), é assim que o autor alcança o modelo mencionado anteriormente. Como agentes secundários, o autor inclui políticas e normas florestais, o mercado e a opinião pública. Então, o espaço florestal é definido pelos ecossistemas e políticas florestais e o fruto deste componente são os bens e serviços providos pelas florestas. Os bens são os materiais que podem ser extraídos, tais como, madeira lenha, resina e comida, e os serviços são os benefícios e serviços providos pelo ecossistema florestal, como a regulação de ar, água e do clima, e o suporte de biodiversidade e da produção primária.

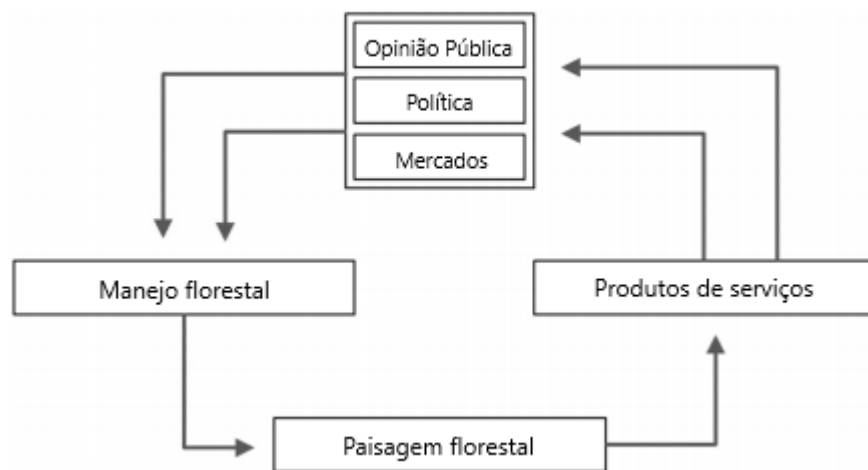


Figura 4 – Estrutura genérica para o estudo da provisão de bens e serviços do ecossistema florestal

Fonte: SORITOV et al., 2016 (ADAPTADO).

O autor usa diferentes disciplinas para caracterizar os agentes com divergências de comportamento. Na primeira descrição do comportamento dos agentes, que apresenta uma visão econômica, o homem é visto como um ser racional com objetivo de maximizar sua utilidade subjetiva, sempre escolhe a alternativa que lhe ofereça o maior lucro avaliando as consequências das suas ações. Seu comportamento só é influenciado quando seu lucro ou custo é afetado.

Na visão sociológica, o homem age para se adequar à sociedade e suas normas, ele teme a exclusão e por isso segue as regras. Seu comportamento é difícil de ser alterado, pois as regras



que moldam seu comportamento fazem parte de um coletivo, que usualmente não é consciente das normas estabelecidas. O homem psicológico é aquele da cognição, ele tem suas crenças pré-existentes e toma decisão pela moral e conhecimento sobre o assunto em questão, por isso sua gestão sempre transparece seus valores.

Os tipos de proprietários florestais representam uma combinação da perspectiva econômica, sociológica e psicológica a com as devidas influências estabelecidas (Tabela 1). O Proprietário otimizador é bem descrito pelo homem econômico, orientado aos lucros e respeitando o mínimo de leis estabelecidas. O tradicionalista é fielmente representado pela visão sociológica, com corte de baixa intensidade, e próximos ao espaço florestal, pois se baseia na tradição familiar, ele aproveita tanto o benefício de serviço quanto o de bens da floresta. O maximizador também é adequadamente narrado pelo estudo econômico, no entanto, ele não sofre influência alguma da análise sociológica, explorando de maneira intensa e ilegal. Os proprietários passivos são aqueles sem interesse na indústria madeireira, usualmente herdeiros de alguma propriedade e bem descritos pela visão psicológica. Os multi-funcionalistas, assim como os tradicionalistas, são bem descritos pelo homem sociológico, mas tem uma exploração média intensiva e tem objetivos mistos, visando o lucro e respeitando a floresta e respeito a floresta. Por último, o sexto tipo de proprietário é destacado pelo homem psicológico, o ecologista, ele também é guiado pelos seus valores, mas demonstra interesse pela indústria madeireira, sua extração é pequena por causa de seus valores.

Tipo	Homem econômico	Homem Sociológico	Homem psicológico	Comportamento de manejo florestal
Proprietários-1: "Otimizadores"	Alto	Baixo (normas sociais)	Baixo	Silvicultura intensiva orientada ao lucro, respeitando as regras (mínimas)
Proprietários-2: "Tradicionalistas"	Baixo	Alto (normas sociais)	Baixo	Silvicultura de baixa intensidade e proximidade com a natureza baseada na tradição familiar, conhecimento local e necessidades esporádicas
Proprietários-3: "Máximizadores"	Alto	Não	Baixo	Extração florestal altamente intensiva (rotação curta) e orientada ao lucro; Às vezes, sem respeitar regras (por exemplo, "madeireiros ilegais")
Proprietários-4: "Passivos"	Não	Baixo	Alto	Passivo ou pouco manejo devido à falta de interesse na silvicultura de acordo com os valores urbanos e estilo de vida
Proprietários-5: "Multi-funcionalistas"	Baixo	Alto (normas legais)	Baixo	Silvicultura de objetivo misto e intensidade média em relação às regras e normas florestais profissionais
Proprietários-6: "Ecologistas"	Baixo (se "correto; controle social")	Baixo (se "correto"; Alto)	Alto	Não-intervenção passiva e / ou manejo florestal extensivo devido a valores e crenças centrais ambientais

Tabela 1 – Modelo de proprietários florestais

Fonte: SORITOV et al., 2016 (ADAPTADO).

### 3.2.3. Estudo da linguagem de programação Lua e da plataforma TerraME

Lua é uma linguagem de programação robusta, eficiente, otimizada e desenvolvida para estender aplicações. Ela é flexível, pois permite tipos variados de programação, entre esses tipos estão: programação orientada a objetos e programação funcional. A sintaxe simples dá a

oportunidade aos usuários da plataforma TerraME a possibilidade de se familiarizar e desenvolver modelos rapidamente. TerraME é uma plataforma de programação para modelagem espacial dinâmica. Ela suporta modelagem baseadas em agente, autômatos celulares entre outros em espaços 2D.

Através dessas duas ferramentas o trabalho de modelagem será realizado. Tendo em mente o uso os conhecimentos adquiridos nas etapas anteriores do trabalho a sob a supervisão dos orientadores e co-orientadores.

### 3.2.4. Representação gráfica

A primeiro momento para o teste de conceitos de extração e futuramente de crescimento florestal e das demandas de mercado foi usado como referência uma área de um PMFS, não a área toda de foco do trabalho. Esta área foi é composta por 722 células com uma área de 10,000 m<sup>2</sup> em cada unidade e 9,813 árvores distribuídas pelo mapa.

Para representar o espaço físico real foi decidido usar um plano celular, onde cada uma das suas unidades é composta posta por um grupo de árvores classificadas diametralmente (Figura 5). As árvores com o DAP (Diâmetro a Altura do Peito) maiores do que 30 centímetros também são classificadas pela sua destinação: Árvore de corte, porta semente, proibida de corte, não comercial e remanescente (Tabela 2). As árvores remanescentes são todas as árvores pertencentes as classes 4 e 5, as demais classificações de destino estão distribuídas em nas classes 6 até a 9.

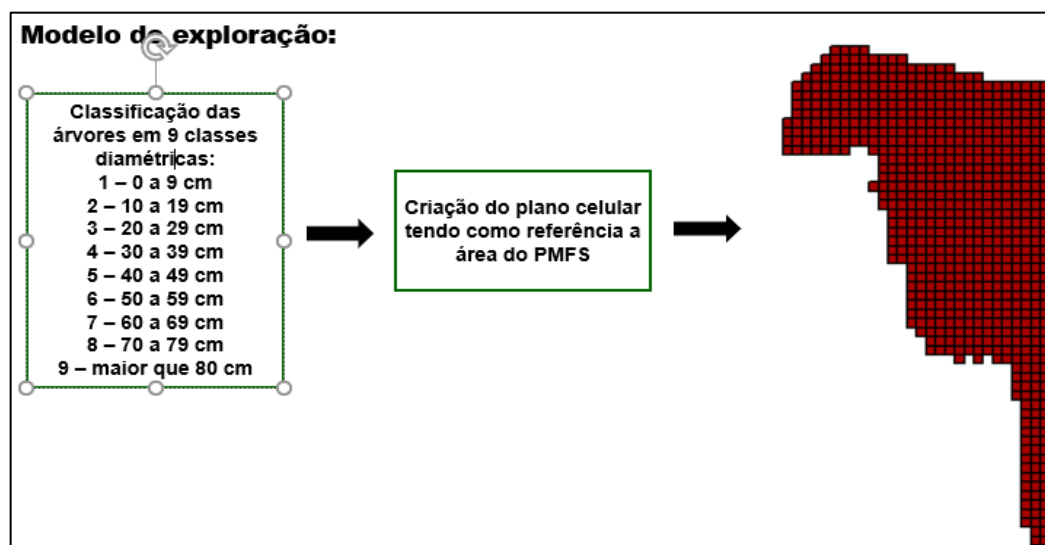


Figura 5 – Mapa para o modelo de exploração

Fonte: Produção dos autores

id	c1	c2	c3	c4	c5	c6	c7	c8	c9	corde	Não comer cial	Porta semente	Proibida de corde	Rema nescente
c26100	1	3	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	4
c27100	1	3	3	1	4	2	2	0	1	5	0	0	0	5
c26101	2	5	0	3	3	0	5	2	4	9	1	1	0	6

Tabela 2 – Exemplo dos dados do mapa celular

Fonte: Produção dos autores

### 3.2.5. Desenvolvimento do modelo generativo

O modelo generativo desenvolvido recria de maneira lógica e abstrata o comportamento do mercado madeireiro em questão (Figura 6). Neste modelo a cobertura florestal é representada em um plano celular, sendo explorada pelo agente Madeireiro, que conforme a necessidade da Indústria extrai a madeira. A Indústria por sua vez é regulada pela demanda do Mercado, uma das forças externas do modelo.

Paralelamente essas atividades são controladas pelas Instituições de fiscalização e autorização através das políticas públicas estabelecida externamente. A saída deste modelo é um mapa celular da cobertura florestal representando as repercussões das ações dos agentes na paisagem.

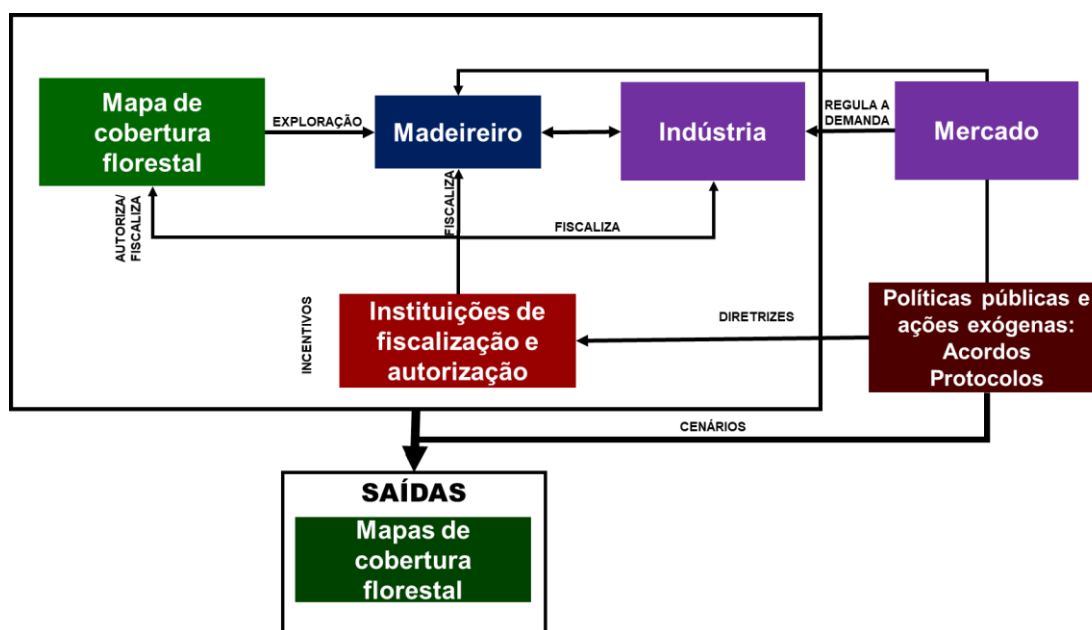


Figura 6 – Representação do modelo generativo

Fonte: Produção dos autores

### 3.2.6. Árvore de Decisões

Para estruturar o comportamento do agente Madeireiro uma árvore de decisões foi feita (Figura 7). Nela o agente avalia a presença de árvores com a DMC estabelecido no cenário. Se não há recursos nessas condições ele passa a avaliar a próxima célula, caso contrário ele procura pela quantidade de árvores destinadas ao abate, caso for diferente de zero ele calcula a intensidade de exploração, esse é comportamento legal do agente. Contudo no caso de não encontrar árvores de corte ele avalia os riscos fiscais e o lucro possível dentro do cenário que ele está inserido e pondera em explorar, calculando a intensidade da sua exploração na célula e seguido para a próxima célula.

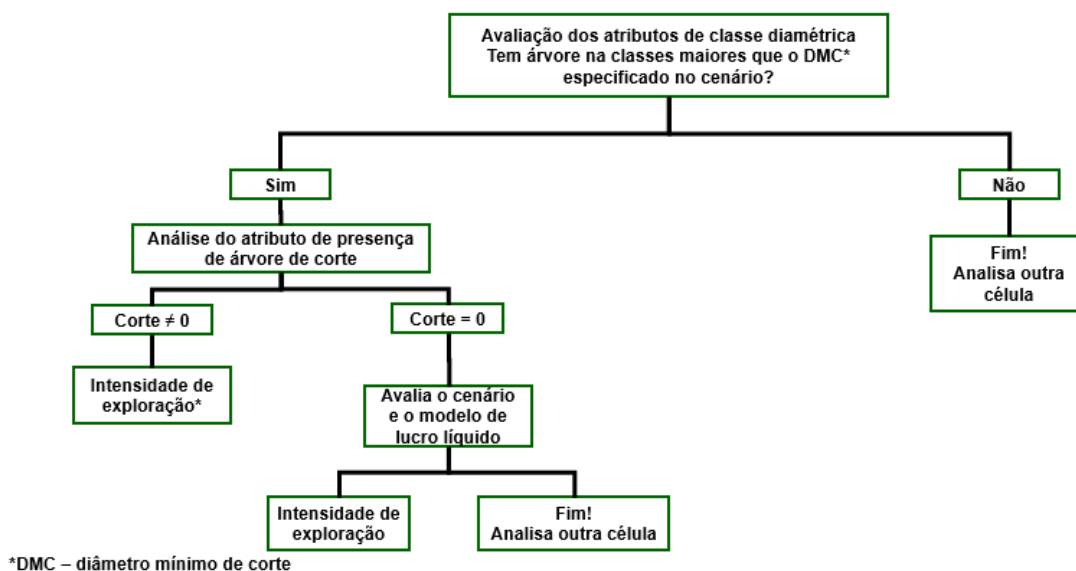


Figura 7 – Árvore de decisões

Fonte: Produção dos autores

Para a primeira implementação foi assumida uma simplificação já que os agentes de fiscalização, demanda do mercado não foram implementados. Assim a parte de ação ilegal, quando o Madeireiro não encontra árvore de corte na célula não foi implementada, e no lugar desta opção ele a avaliar a próxima célula.

### 3.2.7. Cálculo de intensidade de exploração

Para determinar a intensidade da extração do agente madeireiro foi calculado a porcentagem das árvores extraídas em cada célula. Este cálculo é demonstrado na equação (1).  $x$  são as árvores exploradas, sendo  $ac$ , o número de arvores de corte,  $ps$ , quantidade de árvores

porta semente,  $nc$ , o número de árvores não comercial,  $pc$ , a soma total de todas as árvores proibidas de corte e  $ar$ , a quantia de árvores remanescentes presentes na célula.

$$I(x) = \frac{x}{ac+ps+nc+pc+ar} \quad (1)$$

### 3.2.8. Análise do modelo

O agente extrator percorre todas as células retirando as árvores de corte, estas por sua vez são definidas pelo diâmetro mínimo de corte determinado no cenário. Ao mudar o DMC a contagem das árvores de corte e dos outros atributos mudam, aumentando o número de árvores de corte e diminuindo a quantidade de árvores remanescentes em cada célula quando o DMC diminui. Quando o DMC aumenta o número de árvore remanescentes aumentam e diminui-se o número de árvore de cortes, porta sementes e não comerciais, a contagem de árvores proibidas de corte sempre permanece constante.

Após o modelo ser processado com diferentes cenários é possível perceber o impacto que essas variáveis externas têm na cobertura florestal. A flutuação do DMC, por exemplo demonstra um impacto relevante durante a extração. Quando o cenário apresenta um DMC equivalente a 40 centímetros a intensidade de exploração é notoriamente aumentada (Figura 8 e Figura 9), com grande parte das células exploradas no intervalo de 60% a 100% (Tabela 3) neste cenário o agente madeireiro extraiu 4,905 árvores (49,98% do total).

No cenário padrão com DMC de 50 centímetros a intensidade de exploração é refreada consideravelmente. A maior parte das células foram exploradas entre 20% a 60% (Tabela 3 e Figura 9), o total de árvores extraídas foi de 3,199 (32,59% do total) (Tabela 4). No cenário último cenário, com DMC igual a 60 centímetros, a maior parte as células foram exploradas entre 0 a 40% e foram extraídas 1,738 árvores (17,71% do total).

Os cenários de maior e menor DMC demonstram respectivamente casos extremos de conservação e exploração. Com o DMC de 40 centímetros a floresta é vastamente explorada deixando poucos recursos após a exploração para regeneração da floresta e causado grande impacto na cobertura florestal após a exploração (Figura 10) em comparação a cobertura florestal original (Figura 11). Com o DMC de 60 centímetros a cobertura florestal é vastamente conservada (Figura 10) com pouquíssima exploração, no entanto e não seria de viável para o agente manter explorando como atividade econômica, já que ele pode extrair somente aproximadamente 18% da área florestal, além disso poucas árvores de corte na célula é muito

provável em versões futuras do modelo que o a gente tenda a ações ilegais (Figura 7) explorando árvores com outros destinos.

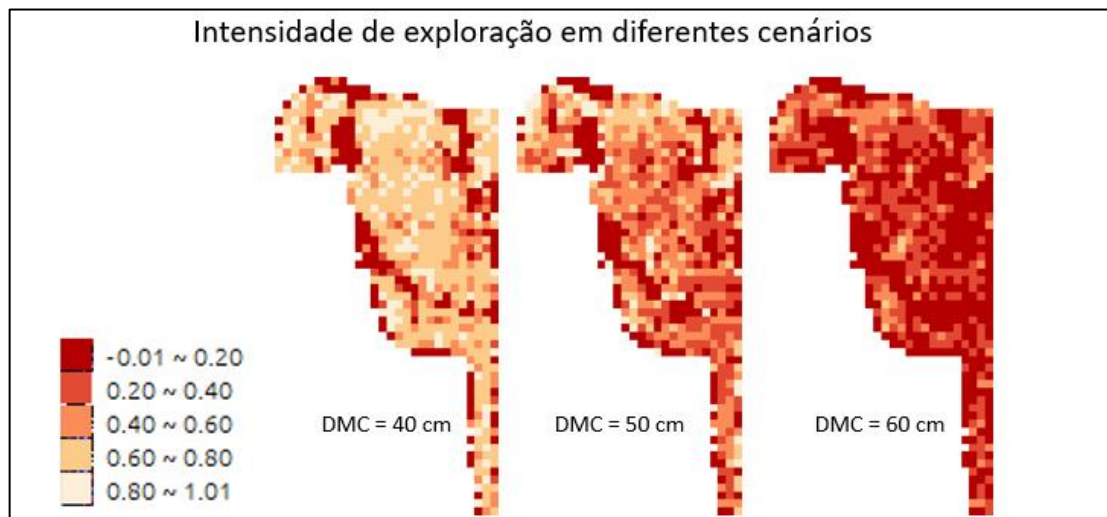


Figura 8 – Mapa da intensidade de exploração

Fonte: Produção dos autores

DMC	0% – 20%	20% – 40%	40% – 60%	60% – 80%	80% – 100%
40cm	142	30	101	330	119
50cm	179	160	212	119	52
60cm	394	213	98	17	0

Tabela 3 – Intensidade de exploração

Fonte: Produção dos autores

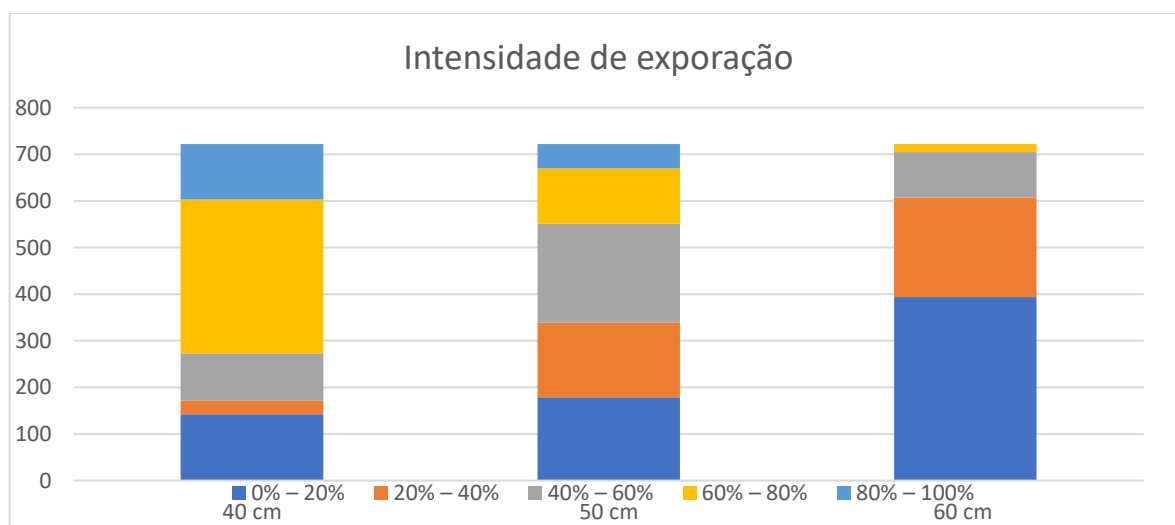


Figura 9 – Gráfico de intensidade de exploração

Fonte: Produção dos autores

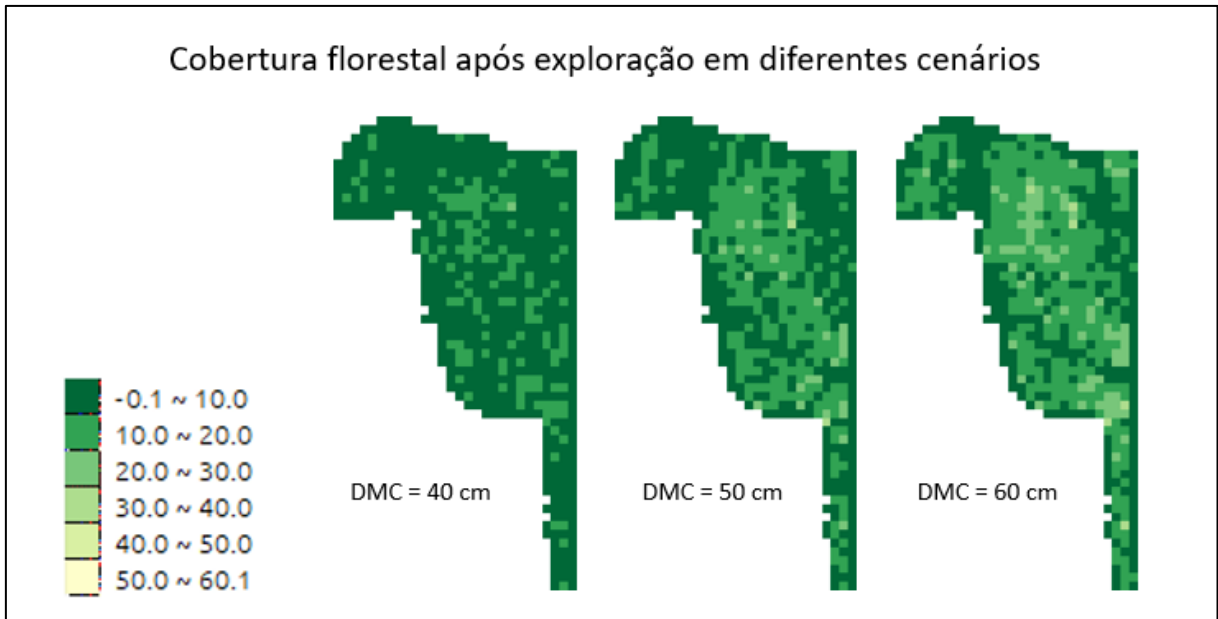


Figura 11 – Mapa da cobertura florestal após exploração em diferentes cenários

Fonte: Produção dos autores

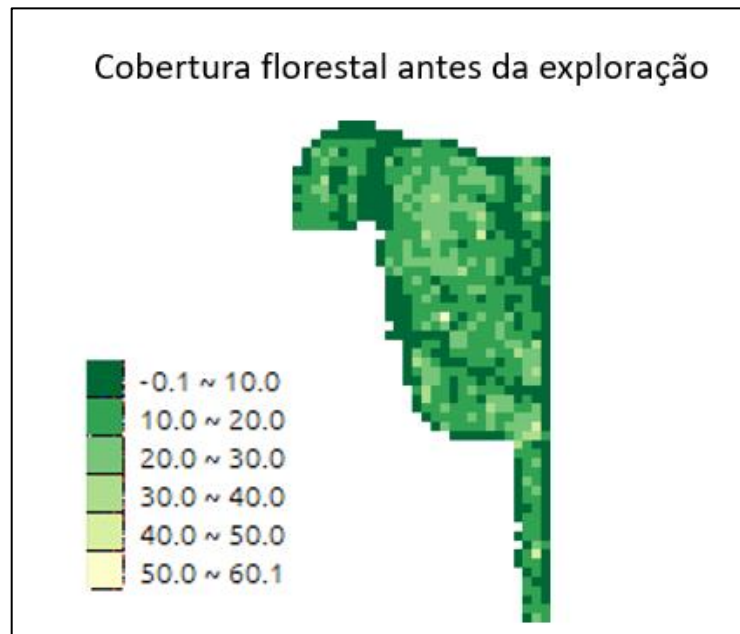


Figura 10 – Mapa da cobertura florestal antes da exploração

Fonte: Produção dos autores

<b>DMC</b>	<b>Corte</b>	<b>Proibida de corte</b>	<b>de Porta semente</b>	<b>Não comercial</b>	<b>Remanescente</b>
<b>40 cm</b>	4905	17	914	156	1096
<b>50 cm</b>	3199	17	603	156	3113
<b>60 cm</b>	1738	17	570	139	4624

Tabela 4 – Quantidade de árvore para cada destino

Fonte: Produção dos autores

### **3.3. Próximos passos**

Para a progressão dos estudos deste projeto é necessário implementar um submodelo de crescimento florestal, o agente fiscalizador, as demandas do mercado. Com a nova versão modelo implementada, a análise da cobertura florestal após múltiplos ciclo de extração e diferentes cenários com demandas e políticas públicas diferentes.



#### 4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMARAL, P. et al. Floresta para Sempre: um Manual para Produção de Madeira na Amazônia. Belém: Imazon, 1998. pp 130

BECKER, B. K. **Geopolítica da Amazônia. Rio de Janeiro:** Editora Zahar. Universidade Federal do Rio de Janeiro, 1982. p 53-121.

CAPANEMA, V. P. **Fatores de degradação florestal atuantes em diferentes estágios da fronteira agropecuária na Amazônia: estudo de caso na região de Sinop, MT.** versão: 2017-10-24. IBI: <8JMKD3MGP3W34P/3PCNC2S>. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), São José dos Campos, 2017. Disponível em: <<http://urlib.net/8JMKD3MGP3W34P/3PCNC2S>>. Acesso em: 25 out. 2017.

FARIAS, Hilder; RIVERO, Sérgio; DINIZ, Márcia. Negative incentives and sustainability in the amazonian logging industry. **Nova economia**, Belo Horizonte, 2017.

GILBERT, Nigel. Agents. *In:* GILBERT, Nigel. **Agent-Based Models.** [S. l.]: Sage Publications Inc., 2008.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). **Monitoramento da cobertura florestal da Amazônia por satélites: Sistemas PRODES, DETER, DEGRAD e QUEIMADAS 2007-2008.** p. 47. São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2008. Disponível em: <[http://www.obt.inpe.br/prodes/Relatorio\\_Prodes2008.pdf](http://www.obt.inpe.br/prodes/Relatorio_Prodes2008.pdf)>. Acesso em: fev. de 2016.

MARTA, José. A INDÚSTRIA MADEIREIRA EM MATO GROSSO – UM PROCESSO DE FORMAÇÃO. *In:* CONHECIMENTOS PARA AGRICULTURA DO FUTURO, 2007, Londrina. **Sober** [...]. [S. l.: s. n.], 2007. Disponível em: <http://www.sober.org.br/palestra/6/512.pdf>. Acesso em: 16 mar. 2019.

PINAGÉ, E. R. **Estudo dos Impactos da exploração madeireira em áreas de concessão florestal utilizando imagens orbitais.** p. 102. Dissertação de Mestrado em Ciências Florestais do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal (PPGEFL) da Universidade de Brasília, 2013.

RAVACHE, L. R. **Migração e modernização em cidades médias da Amazônia legal:** áreas de abrangência da BR 163. Tese de Doutorado. São Paulo, 2013: USP, p. 285.

SORITOV, Metodi; SALLANÄS, Ola; ERICKSSON, Ljusk Ola. Forest owner behavioral models, policy changes, and forest management. An agent-based framework for studying the provision of forest ecosystem goods and services at the landscape level. **Forest Policy and Economics**, [S. l.], 2016. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.forpol.2017.10.015>. Acesso em: 16 mar. 2019.

TEIXEIRA, L. **A colonização no norte de mato grosso**: o exemplo da gleba celeste. Presidente Prudente, 2006: Dissertação de Mestrado. Unesp, p. 117