

## Universidade de Brasília - UnB

Docentes: Milene Serrano e Maurício Serrano

Discentes – Matrícula: Davi Monteiro de Negreiros - 232013971

Gabriel Ferreira da Silva – 200018060

Guilherme Peixoto Lima – 170034941

Joao Matheus de Oliveira Schmitz – 200058525

Título: Simic - Simulador de Incêndio Comportamentais

## Frente de Pesquisa e Desenvolvimento e Pesquisa Bibliográfica

Essa seção contém informações específicas de pesquisa, desenvolvimento e pesquisa bibliográfica feito pelos membros, essa seção faz parte do conteúdo de entrega do ponto de controle 1, o módulo Investigando.

### Frente de Pesquisa

O tema escolhido foi a Simulação de incêndios florestais, a princípio com uso híbrido da parte comportamental e BDI, entretanto, se possuirá um foco maior no desenvolvimento do comportamental e as interações do fogo com o seu meio, para assim implementar ações humanas no meio.

### Frente de Desenvolvimento

O desenvolvimento desse projeto se dará por:

- Em documentação: Por meio de PDFs e Mkdocs, e no final caso seja necessário o LaTeX
- Em desenvolvimento: Por está em busca de um desenvolvimento híbrido(comportamental e BDI ), a equipe seguirá a princípio com o JADE, entretanto, caso seja necessário e mais simples o NETLogo também é uma opção

Com isso em mente, o estudo e revisão de sistemas multiagentes, começou pelo menos o básico dos dois e mais aprofundado o JADE, a arquitetura que será utilizada para facilitar o desenvolvimento ainda está sendo construída, mas espera-se que seja a mais simples possível devido ao tamanho do grupo de 4 pessoas

### Pesquisa Bibliográfica

Nessa seção estarão localizados as pesquisas bibliográficas reais de cada um dos componentes que estão no grupo de pesquisa, os quais definiram suas pesquisas referências, sempre com foco específico em alguma parte relacionada ao fogo ou ações que envolvem os mesmos.

### Davi Negreiros

Etapa	Descrição	Resultado
1. Estabelecer o Tema	Definir o foco principal da pesquisa.	Sistemas multi agentes comportamentais para simulação de incêndios no cerrado.
2. Especificar uma Questão de Pesquisa	Elabore uma pergunta que guiará a investigação.	Como o incêndio se propaga no cerrado? OBS: a <b>minha</b> pesquisa teve foco no cerrado em si para trazermos possíveis fórmulas reais que valem no cerrado ao nosso sistema de multi agentes.
3. Identificar Palavras-chave	Liste os termos mais relevantes	incêndio, cerrado, propagação de fogo no cerrado

	para busca.	
4. Identificar Autores Relevantes	Pesquise os principais especialistas na área.	-
5. Estabelecer Strings de Busca	Monte combinações de palavras-chave.	'agent-based modeling wildfire simulation'
6. Escolher Bases Científicas	Selecione as bases onde realizará as buscas.	Google Scholar
7. Realizar as Buscas	Execute as buscas utilizando as strings.	-
8. Manter Rastreabilidade	Registre base consultada, strings e filtros aplicados.	propagação de fogo no cerrado (Aproximadamente 5.820 resultados) cerrado incêndio (Aproximadamente 16.400 resultados) Google Scholar/Apenas textos em português
9. Estabelecer Critérios de Inclusão	Defina critérios para selecionar referências.	Textos em português ou em inglês Primeiros 10 resultados da pesquisa Útil para compreensão do alastramento do fogo no cerrado
10. Estabelecer Critérios de Exclusão	Defina critérios para descartar referências irrelevantes.	Não estar relacionado com o cerrado Não detalhar as variáveis que impactam no alastramento do fogo ou risco de incêndio Estar indisponível para leitura
11. Aplicar Critérios	Filtre as referências com base nos critérios.	Modelo de zoneamento de risco de incêndios para unidades de conservação brasileiras: o caso do Parque Estadual do Cerrado (PR) Predição das variáveis do comportamento do fogo em Cerrado sensu stricto no sul do Tocantins <del>Influência do fogo no banco de sementes de áreas de cerrado com diferentes históricos de incêndio</del> Modelagem da propagação do fogo como ferramenta de auxílio à tomada de decisão no combate e prevenção de incêndios no Parque Nacional das Emas, GO Ocorrência de fogo no cerrado: uma abordagem de longo prazo usando sensoriamento remoto Metodologia para mapeamento da probabilidade de ocorrência de fogo no bioma do cerrado brasileiro baseada em variáveis relacionadas ao perigo de propagação do fogo

		<del>Resgate do manejo tradicional do cerrado com fogo para proteção das terras indígenas do oeste do Mato Grosso: um estudo de caso</del>
12. Ler Resumos	Leia e refine a seleção das referências.	<p>Modelo de zoneamento de risco de incêndios para unidades de conservação brasileiras: o caso do Parque Estadual do Cerrado (PR)</p> <p>Predição das variáveis do comportamento do fogo em Cerrado sensu stricto no sul do Tocantins</p> <p>Modelagem da propagação do fogo como ferramenta de auxílio à tomada de decisão no combate e prevenção de incêndios no Parque Nacional das Emas, GO</p> <p><del>Ocorrência de fogo no cerrado: uma abordagem de longo prazo usando sensoriamento remoto</del></p> <p>Metodologia para mapeamento da probabilidade de ocorrência de fogo no bioma do cerrado brasileiro baseada em variáveis relacionadas ao perigo de propagação do fogo</p>
13. Apresentar Referências Finais	Compile e apresente as referências selecionadas.	<p>Koproski, Letícia, et al. "Modelo de zoneamento de risco de incêndios para unidades de conservação brasileiras: o caso do Parque Estadual do Cerrado (PR)." <i>Floresta</i> 41.3 (2011): 551-562.</p> <p>Cachoeira, Jader Nunes, et al. "Predição das variáveis do comportamento do fogo em Cerrado sensu stricto no sul do Tocantins." <i>Advances in Forestry Science</i> 7.2 (2020): 939-946.</p> <p>Almeida, Rodolfo Maduro. "Modelagem da propagação do fogo como ferramenta de auxílio à tomada de decisão no combate e prevenção de incêndios no Parque Nacional das Emas, GO." (2012).</p> <p>Ferreira, Marcos César, and Cassiano Gustavo Messias. "Metodologia para mapeamento da probabilidade de ocorrência de fogo no bioma do cerrado brasileiro baseada em variáveis relacionadas ao perigo de propagação do fogo." <i>Territorium</i> 29 (2022): 23.</p>

Tabela criada por Davi Negreiros 2025.

## Explicando as decisões tomadas aplicando os critérios definidos:

- [APROVADA] Modelo de zoneamento de risco de incêndios para unidades de conservação brasileiras: o caso do Parque Estadual do Cerrado (PR):

- Bate com os critérios definidos.

- **[APROVADA]** Predição das variáveis do comportamento do fogo em Cerrado sensu stricto no sul do Tocantins:

- Bate com os critérios definidos.
- **[Descartada]** Influência do fogo no banco de sementes de áreas de cerrado com diferentes históricos de incêndio:

- Título com conexão fraca ao tema.
- **[APROVADA]** Modelagem da propagação do fogo como ferramenta de auxílio à tomada de decisão no combate e prevenção de incêndios no Parque Nacional das Emas, GO:

- Bate com os critérios definidos.
- **[APROVADA]** Ocorrência de fogo no cerrado: uma abordagem de longo prazo usando sensoriamento remoto:

- Bate com os critérios definidos.
- **[APROVADA]** Metodologia para mapeamento da probabilidade de ocorrência de fogo no bioma do cerrado brasileiro baseada em variáveis relacionadas ao perigo de propagação do fogo:

- Bate com os critérios definidos.
- **[Descartada]** Resgate do manejo tradicional do cerrado com fogo para proteção das terras indígenas do oeste do Mato Grosso: um estudo de caso:

- Título com conexão fraca ao tema.

## Explicando as decisões tomadas a partir da leitura dos resumos/abstrac:

- **[APROVADA]** Modelo de zoneamento de risco de incêndios para unidades de conservação brasileiras: o caso do Parque Estadual do Cerrado (PR):

- Bate com os critérios definidos.
- **[APROVADA]** Predição das variáveis do comportamento do fogo em Cerrado sensu stricto no sul do Tocantins:

- Bate com os critérios definidos.
- **[APROVADA]** Modelagem da propagação do fogo como ferramenta de auxílio à tomada de decisão no combate e prevenção de incêndios no Parque Nacional das Emas, GO:

- Bate com os critérios definidos.
- **[Descartada]** Ocorrência de fogo no cerrado: uma abordagem de longo prazo usando sensoriamento remoto:

- Não demonstrou tratar o alastramento do fogo em função de parametros bem definidos.
- **[APROVADA]** Metodologia para mapeamento da probabilidade de ocorrência de fogo no bioma do cerrado brasileiro baseada em variáveis relacionadas ao perigo de propagação do fogo:

- Bate com os critérios definidos.

Gabriel Ferreira da Silva

Etapa	Descrição	Resultado
1.	Definir o	Sistemas multiagentes e seus usos simulação de incêndios, com

Estabelecer o Tema	foco principal da pesquisa.	foco no incêndio florestal ou de flora.
2. Especificar uma Questão de Pesquisa	Elabore uma pergunta que guiará a investigação.	Existem simuladores de incêndio que utilizam sistemas multi agentes como sua base principal? Eles conseguem simular a condição do fogo em qualquer cenário?
3. Identificar Palavras-chave	Liste os termos mais relevantes para busca.	wildfire, multi-agent system, simulation, based-agent, model
4. Identificar Autores Relevantes	Pesquise os principais especialistas na área.	G.M. Byram, Richard C. Rothermel, Finney M. A. , D.M.J.S. Bowman, A.L. Sullivan, Chuvieco, E.
5. Estabelecer Strings de Busca	Monte combinações de palavras-chave.	'multi agent' or 'system' and 'wildfire', 'multi agent' AND 'simulation'
6. Escolher Bases Científicas	Selecione as bases onde realizará as buscas.	Google Scholar, Nature, Google
7. Realizar as Buscas	Execute as buscas utilizando as strings.	-
8. Manter Rastreabilidade	Registre base consultada, strings e filtros aplicados.	<p>multi agent system wildfire pdf</p> <p>multi agent system wildfire simulation pdf</p> <p>multi agent systems approach to simulation wildfire spread</p> <p>multi agent systems approach to simulating fireman on wildfire spread sistemas multiagentes com bombeiros (via Google)</p> <p>Google Schoolar, Qualquer idioma, artigo de revisão</p> <p>Brazilian Forest fire Danger Rating System</p> <p>Brazilian Forest fire Danger Rating System fwi</p> <p>Formula Monte Alegre</p> <p>formula de monte alegre cerrado df</p>

		FISC - Cerrado system
9. Estabelecer Critérios de Inclusão	Defina critérios para selecionar referências	<p>Textos em inglês, português ou espanhol</p> <p>No google acadêmico, aceito até a segunda aba</p> <p>Deve possuir em seu conteúdo de artigo, ou comportamento humano, ou comportamento do fogo, ou algo que descreva algo semelhante a sistemas multiagentes</p> <p>Deve ter pelo menos 1 dos autores referenciados acima</p> <p>Deve ajudar a criar um norteamento para a pesquisa, preferível em solo brasileiro</p>
10. Estabelecer Critérios de Exclusão	Defina critérios para descartar referências irrelevantes.	<p>Ter propósito para ajudar os artigos que são considerados com base ou principais</p> <p>Ser pelo menos citado por alguém pelos menos 3 vezes, aplicado aos artigos considerados a base e não complementares</p> <p>Ser um artigo no qual tem que pedir acesso à biblioteca para acessar ou universidade</p> <p>Está entre os anos de 2010 e 2025</p>
11. Aplicar Critérios	Filtre as referências com base nos critérios.	<p>ABWiSE v1.0: toward an agent-based approach to simulating wildfire spread</p> <p>A comprehensive survey of research towards AI-enabled unmanned aerial systems in pre-, active-, and post-wildfire management</p> <p>Modelling Human-Fire Interactions: Combining Alternative Perspectives and Approaches</p> <p>Navigating the evolving landscape of wildfire management: A systematic review of decision support tools</p> <p>Uma arquitetura multiagente para sistemas de informação orientados a processos intensivos em conhecimento</p> <p>SIMULAÇÃO MULTIAGENTES EM ÁREAS ATINGIDAS POR TERREMOTOS COM FOCOS DE INCÊNDIO</p> <p>A near real-time web-system for predicting fire spread across the Cerrado biome</p> <p>ÍNDICES DE RISCO DE INCÊNDIOS FLORESTAIS NO ÂMBITO DA OPERAÇÃO VERDE VIVO</p> <p>Facing the Wildfire Spread Risk Challenge: Where Are We Now and Where Are We Going?</p>
12. Ler Resumos	Leia e refine a seleção das referências	<p>ABWiSE v1.0: toward an agent-based approach to simulating wildfire spread</p> <p>A comprehensive survey of research towards AI-enabled unmanned aerial systems in pre-, active-, and post-wildfire management</p> <p>Modelling Human-Fire Interactions: Combining Alternative</p>

		<p>Perspectives and Approaches</p> <p>Navigating the evolving landscape of wildfire management: A systematic review of decision support tools</p> <p>A near real-time web-system for predicting fire spread across the Cerrado biome</p> <p>Facing the Wildfire Spread Risk Challenge: Where Are We Now and Where Are We Going?</p>
13. Apresentar Referências Finais	Compile e apresente as referências selecionadas.	<p>Tristan O'Mara, Andrew Sánchez Meador, Melanie Colavito, Amy Waltz, Elvy Barton, Navigating the evolving landscape of wildfire management: A systematic review of decision support tools, <i>Trees, Forests and People</i>, Volume 16, 2024, 100575, ISSN 2666-7193, <a href="https://doi.org/10.1016/j.tfp.2024.100575">https://doi.org/10.1016/j.tfp.2024.100575</a> (Complementar)</p> <p>FORD, Adriana E. S. et al. Modelling Human-Fire Interactions: Combining Alternative Perspectives and Approaches. <i>Frontiers in Environmental Science</i>, [S.l.], v. 9, 2021. Disponível em: <a href="https://www.frontiersin.org/journals/environmental-science/articles/10.3389/fenvs.2021.649835">https://www.frontiersin.org/journals/environmental-science/articles/10.3389/fenvs.2021.649835</a>. Acesso em: 13 abr. 2025. DOI: <a href="https://doi.org/10.3389/fenvs.2021.649835">https://doi.org/10.3389/fenvs.2021.649835</a>. (Complementar)</p> <p>BOROUJENI, Sayed Pedram Haeri et al. A comprehensive survey of research towards AI-enabled unmanned aerial systems in pre-, active-, and post-wildfire management. <i>Information Fusion</i>, [S.l.], v. 108, 2024. Art. 102369. ISSN 1566-2535. Disponível em: <a href="https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1566253524001477">https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1566253524001477</a>. Acesso em: 14 abr. 2025. DOI: <a href="https://doi.org/10.1016/j.inffus.2024.102369">https://doi.org/10.1016/j.inffus.2024.102369</a>.</p> <p>Katan, J. and Perez, L.: ABWiSE v1.0: toward an agent-based approach to simulating wildfire spread, <i>Nat. Hazards Earth Syst. Sci.</i>, 21, 3141–3160, <a href="https://doi.org/10.5194/nhess-21-3141-2021">https://doi.org/10.5194/nhess-21-3141-2021</a>, 2021. (Principal)</p> <p>Oliveira, U., Soares-Filho, B., Rodrigues, H. et al. A near real-time web-system for predicting fire spread across the Cerrado biome. <i>Sci Rep</i> 13, 4829 (2023). <a href="https://doi.org/10.1038/s41598-023-30560-9">https://doi.org/10.1038/s41598-023-30560-9</a> (Principal)</p> <p>SUN, J.; QI, W.; HUANG, Y.; XU, C.; YANG, W. Facing the Wildfire Spread Risk Challenge: Where Are We Now and Where Are We Going? <i>Fire</i>, [S.l.], v. 6, n. 6, p. 228, 2023. Disponível em: <a href="https://doi.org/10.3390/fire6060228">https://doi.org/10.3390/fire6060228</a>. Acesso em: 14 abr. 2025.</p>

Tabela criada por Gabriel Ferreira 2025.

## Explicando Decisões Tomadas

As strings usadas contam uma história sobre como foi encontrado, os artigos relacionados, e como se pode continuar com a pesquisa, entretanto, cabe ressaltar, o porquê esse tema forá escolhido.

Ele está muito relacionado a um projeto escolhido pelo componente Gabriel Ferreira, em PI2 de um drone para combate a incêndios, entretanto, modelos de identificação de fogo mais completos e não baseados em imagens de satélites são por muitas das vezes sistemas privados ou com muita pouca divulgação no país, o que acaba nichando essa pesquisa. Com isso em mente e utilizando o google acadêmico, foi utilizado uma string base para pesquisar multiagente e incêndios florestais, entretanto essa pesquisa teve mais palavras chaves em inglês devido a sua amplitude, a seguir estão as string de pesquisa

multi agent system wildfire pdf

multi agent system wildfire simulation pdf

multi agent systems approach to simulation wildfire spread

multi agent systems approach to simulating fireman on wildfire spread sistemas multiagentes com bombeiros (via Google)

Google Scholar, Qualquer idioma, artigo de revisão

Brazilian Forest fire Danger Rating System

Brazilian Forest fire Danger Rating System fwi

Formula Monte Alegre

formula de monte alegre cerrado df

FISC - Cerrado system

As 4 primeiras strings foram onde foi gerado as bases dos nossos artigos e apresentam uma ordem de pensamento que surgiu, no artigo da ABWiSE, ele dá o contexto de muitas fórmulas e modelos existentes que serão utilizados por ele, entretanto, ele utiliza o sistema canadense de ranqueamento de fogo e o projeto planeja ter foco no Brasil, especificamente no Cerrado brasileiro, tendo isso em mente, e com foco na pesquisa essa foi a direção almejada, o que proporcionou entendimento e descobertas mais incríveis sobre essa área, foi durante as strings de BFFDRS - Brazilian Forest fire Danger Rating System - que encontramos um artigo do corpo de bombeiros que relatava os resultados de um estudo sobre possibilidades de incêndio, e esse indicava para um projeto mais específico o FISC Cerrado, entretanto, antes disso, foi preciso se entender o que era essa fórmula de Monte Alegre, e sua versão no cerrado, onde acabamos encontrando novamente o mesmo artigo dessa vez numa notícia da FAPESP, que redirecionava para o sítio virtual da NATURE, essa pesquisa muito aprofundada, e possuindo algumas citações e usando alguns nomes importantes na área de propagação de fogo, foram as motivações para escolher esse projeto como base.

As escolhas das strings em ordem levou a resultados mais especialistas da área de estudo de propagação do fogo em áreas florestais, tal área que envolve um campo maior que é a parte de simulação possui bons nomes que mexeram com multiagentes e nomes de pesquisadores da atualidade que apesar de não escreverem sobre sistemas multiagentes por muita das vezes em artigos que são relacionados a pesquisas de incêndio florestal usando multiagentes, são nomes que podem aparecer, sendo esse o foco utilizado para selecionar os nomes de importância, como um fonte de ligação entre os artigos.



Não obstante, isso não tira a importância dos autores e artigos que escolhemos, na realidade os enriquece, pois grande parte dessa área envolve indiretamente o estudo do 'comportamento' do meio, e os agentes que afetam tais, sendo os artigos e os nomes referências, pessoas que entendem e modelaram partes suficientes com as ações da natureza, humana e animal interagem entre si, nesse processo. Positivamente, isso não significa que não usaremos nomes chave de pessoas especialistas em incêndio florestal que trabalham com multiagentes, sim iremos, entretanto, cabe ressaltar, que o boom pelo menos nesse campo venho mais recentemente de 2013 para frente, e as pessoas que contribuem geralmente não focam especificamente no incêndio e sim no que afeta a floresta, ciclo do carbono e ciclo da água e interações humanas com a floresta.

Por esse motivo, pode ser difícil encontrar, nomes de pessoas que são norteadoras nessa área em específico, pelo contrário, não é muito difícil encontrar nomes de pessoas que são referência na área de simuladores de desastres naturais no geral, terremoto e tsunami, mas como queríamos focar em incêndio florestal acabou-se não sendo o foco de ir atrás desses autores.

## Guilherme Peixoto

Etapa	Descrição	Resultado
1. Estabelecer o Tema	Definir o foco principal da pesquisa.	Sistemas multiagentes no alastramento de incêndios.
2. Especificar uma Questão de Pesquisa	Elabore uma pergunta que guiará a investigação.	Como criar simulação de propagação de incêndios utilizando sistemas multiagentes?
3. Identificar Palavras-chave	Liste os termos mais relevantes para busca.	Fire propagation, Wildfire propagation, Wildfire spread, multiagente simulation, Climate simulation, population behavior.
4. Identificar Autores Relevantes	Pesquise os principais especialistas na área.	-
5. Estabelecer Strings de Busca	Monte combinações de palavras-	Simulating Wildfire Spread, wildfire spread with multiagente simulation, Climate changes with multiagent simulation.
6. Escolher Bases Científicas	Selecione as bases onde realizará as	Capes e google scholar

	buscas.	
7. Realizar as Buscas	Execute as buscas utilizando as strings.	-
8. Manter Rastreabilidade	Registre base consultada, strings e filtros aplicados.	Wildfire spread with multiagente simulation - 1.350 resultados. Climate multi agent simulation - 542,000 resultados. Wildfire behavior on climate change with multiagent simulation - 18.600
9. Estabelecer Critérios de Inclusão	Defina critérios para selecionar referências.	Mencionar sistemas multiagentes e alastramento do fogo em até 5 páginas, o artigo também deve conter no mínimo 3 citações no google scholar.
10. Estabelecer Critérios de Exclusão	Defina critérios para descartar referências irrelevantes	Não ter conteúdo relacionado a sistemas multiagentes.
11. Aplicar Critérios	Filtre as referências com base nos critérios.	Use of Agent-Based Modeling for Wildfire Situations Simulation Description of wildfires spreading and extinguishing with the aid of agent-based models An interdisciplinary agent-based multimodal wildfire evacuation model: Critical decisions and life safety The battle of perspectives: a multi-agent model with adaptive responses to climate change AN AGENT-BASED MODEL TO REPRESENT SPACE-TIME PROPAGATION OF FOREST-FIRE SMOKE Dynamic Data Driven Ensemble for Wildfire Behaviour Assessment: A Case Study
12. Ler Resumos	Leia e refine a seleção das referências.	A partir da leitura dos resumos de cada artigo, foram obtidas as seguintes informações:  O primeiro artigo propõe um modelo baseado em agentes para simular situações de incêndio florestal, com ênfase no processo de propagação e combate ao fogo. O estudo utiliza diferentes tipos de agentes, como o próprio fogo e as entidades responsáveis pela extinção das chamas.  O segundo artigo também aborda a propagação e o combate a incêndios, integrando um sistema de geoinformação para descrever, de forma eficiente, as ações necessárias para conter o avanço do fogo. Nesse modelo, são considerados agentes como brigadas de incêndio, recursos aéreos e outras estratégias de contenção.  O terceiro artigo foca nos agentes responsáveis pela evacuação

		<p>em situações de incêndio florestal, integrando a propagação do fogo com a resposta da população ao desastre. O estudo analisa como diferentes fatores e eventos — como a presença de crianças na área afetada — podem influenciar as decisões e o comportamento dos agentes durante a evacuação.</p> <p>O quarto artigo aborda a propagação da fumaça proveniente do incêndio de acordo com as condições climáticas.</p> <p>Os quatro artigos foram selecionados por abordarem o tema central desta pesquisa, que é a propagação do fogo tendo um olhar para a reação dos agentes envolvidos, sejam eles civis ou instituições responsáveis por impedir o alastramento das chamas.</p>
13. Apresentar Referências Finais	Compile e apresente as referências selecionadas.	<p>Referência 1: NGUYEN, T. T.; LAM, H. K.; LOGAN, B. Learning BDI agent plans from desire-goal satisfaction examples. <i>IEEE Transactions on Cognitive and Developmental Systems</i>, v. 11, n. 3, p. 334–347, 2019. DOI: 10.1109/TCDS.2018.2850341. Disponível em: <a href="https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/8481677/">https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/8481677/</a>. Acesso em: 25 abr. 2025.</p> <p>Referência 2: WICAKSONO, A. A. et al. Multi-agent based forest fire simulation using BDI architecture. <i>IOP Conference Series: Materials Science and Engineering</i>, v. 822, n. 1, 012010, 2020. DOI: 10.1088/1757-899X/822/1/012010. Disponível em: <a href="https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/822/1/012010/meta">https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/822/1/012010/meta</a>. Acesso em: 25 abr. 2025.</p> <p>Referência 3: YANG, L. et al. Exploring the potential of agent-based modelling for investigating transportation-related environmental impacts: A case study of air pollution in Beijing. <i>Transportation Research Part D: Transport and Environment</i>, v. 97, 102936, 2021. DOI: 10.1016/j.trd.2021.102936. Disponível em: <a href="https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1361920921004429">https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1361920921004429</a>. Acesso em: 25 abr. 2025.</p> <p>JANSSEN, Marco; DE VRIES, Bert. The battle of perspectives: a multi-agent model with adaptive responses to climate change. <i>Ecological Economics</i>, v. 26, n. 1, p. 43–65, 1998. Disponível em: <a href="https://doi.org/10.1016/S0921-8009(97)00062-1">https://doi.org/10.1016/S0921-8009(97)00062-1</a>. Acesso em: 28 abr. 2025.</p> <p>SMITH, A. K.; DRAGICEVIC, S. An agent-based model to represent space-time propagation of forest-fire smoke. <i>ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences</i>, v. IV-4, p. 207–212, 2018. Disponível em: <a href="https://isprs-annals.copernicus.org/articles/IV-4/207/2018/">https://isprs-annals.copernicus.org/articles/IV-4/207/2018/</a>. Acesso em: 28 abr. 2025.</p> <p>DI LEO, Margherita et al. Dynamic data driven ensemble for wildfire behaviour assessment: a case study. In: HŘEBÍČEK, J.; SCHIMAK, G.; KUBÁSEK, M.; RIZZOLI, A. E. (eds.). <i>Environmental software systems: fostering information sharing. ISESS 2013. Heidelberg: Springer, 2013. (IFIP Advances in Information and Communication Technology, v. 413).</i> p. 11–22. Disponível em: <a href="https://doi.org/10.1007/978-3-642-41151-9_2">https://doi.org/10.1007/978-3-642-41151-9_2</a>. Acesso em: 28 abr. 2025.</p>

## **Análise de Referências — Pesquisa sobre Simulação Multiagente de Incêndios Florestais**

### **Etapa 11**

Na etapa 11, as referências foram analisadas de acordo com os critérios definidos nas etapas 9 e 10. O resultado foi o seguinte:

- [APROVADA] Use of Agent-Based Modeling for Wildfire Situations Simulation
    - Bate com os critérios definidos.
  - [APROVADA] Description of wildfires spreading and extinguishing with the aid of agent-based models
    - Bate com os critérios definidos.
  - [APROVADA] An interdisciplinary agent-based multimodal wildfire evacuation model: Critical decisions and life safety
    - Bate com os critérios definidos.
  - [DESCARTADA] The battle of perspectives: a multi-agent model with adaptive responses to climate change
    - Não tem ligação com a propagação de incêndios.
  - [APROVADA] An agent-based model to represent space-time propagation of forest-fire smoke
    - Bate com os critérios definidos.
  - [DESCARTADA] Dynamic Data Driven Ensemble for Wildfire Behaviour Assessment: A Case Study
    - Não tem conteúdo relacionado a sistemas multiagentes.
- 

### **Etapa 12**

Na etapa 12, as referências foram classificadas a partir da leitura de seus Abstracts, finalizando o processo de investigação e decidindo as referências finais.

- [APROVADA] Use of Agent-Based Modeling for Wildfire Situations Simulation
  - Demonstrou possível importância da referência para nosso contexto de simulação da propagação do fogo com sistemas multiagentes.
- [APROVADA] Description of wildfires spreading and extinguishing with the aid of agent-based models
  - Demonstrou possível importância da referência para nosso contexto.
- [DESCARTADA] An interdisciplinary agent-based multimodal wildfire evacuation model: Critical decisions and life safety

- Demonstrou ter mais foco na modelagem da evacuação em casos de incêndios ambientais do que na modelagem da propagação do fogo em si, o que a torna diferente do nosso contexto.

- [APROVADA] An agent-based model to represent space-time propagation of forest-fire smoke

- Demonstrou possível importância da referência para nosso contexto.

- [DESCARTADA] The battle of perspectives: a multi-agent model with adaptive responses to climate change

- Não tem ligação com a propagação de incêndios.

- [DESCARTADA] Dynamic Data Driven Ensemble for Wildfire Behaviour Assessment: A Case Study

- Não tem conteúdo relacionado a sistemas multiagentes.

Obs: Os artigos relacionados ao comportamento populacional em caso de incêndios, foram encontrados durante a pesquisa sobre simulação de incêndios florestais.

## João Matheus de O. Schmitz

Etapa	Descrição	Resultado
1. Estabelecer o Tema	Definir o foco principal da pesquisa.	Sistemas multiagentes comportamentais com BDI
2. Especificar uma Questão de Pesquisa	Elabore uma pergunta que guiará a investigação.	Como criar simulações de incêndios ambientais no cerrado com sistemas multiagentes, tendo o fogo como agente principal?
3. Identificar Palavras-chave	Liste os termos mais relevantes para busca.	Wildfire, wildland fire, simulation, agent-based approach, agent-based modeling
4. Identificar Autores Relevantes	Pesquise os principais especialistas na área.	-
5. Estabelecer Strings de Busca	Monte combinações de palavras-chave.	'agent-based modeling wildfire simulation'
6. Escolher Bases Científicas	Selecione as bases onde realizará as buscas.	Google Acadêmico
7. Realizar as Buscas	Execute as buscas utilizando as strings.	-
8. Manter	Registre base	-

Rastreabilidade	consultada, strings e filtros aplicados.	
9. Estabelecer Critérios de Inclusão	Defina critérios para selecionar referências.	Textos em inglês ou português Primeiros 10 resultados da pesquisa Titulo relacionado ao tema
10. Estabelecer Critérios de Exclusão	Defina critérios para descartar referências irrelevantes.	Não estar relacionado com incêndios ambientais Não apresentar modelagem baseada em agentes com foco em espalhar ou conter o fogo Estar indisponível para leitura
11. Aplicar Critérios	Filtre as referências com base nos critérios.	Analyzing wildfire evacuation dynamics with agent-based modeling in damaged road networks Use of agent-based modeling for wildfire situations simulation Agent-based wildfire evacuation with spatial simulation: a case study <del>An agent-based model of Mediterranean agricultural land-use/cover change for examining wildfire risk</del> Agent-based modeling and simulation of wildland fire suppression <del>Integrating dynamic social systems into assessments of future wildfire losses: an experiential agent-based modeling approach</del> An interdisciplinary agent-based multimodal wildfire evacuation model: Critical decisions and life safety <del>Verification &amp; validation of an agent-based forest fire simulation model</del> <del>Agent-based modeling and simulation for open complex systems</del> <del>Using an agent-based model to examine forest management outcomes in a fire-prone landscape in Oregon, USA</del>
12. Ler Resumos	Leia e refine a seleção das referências.	<del>Analyzing wildfire evacuation dynamics with agent-based modeling in damaged road networks</del> Use of agent-based modeling for wildfire situations simulation <del>Agent-based wildfire evacuation with spatial simulation: a case study</del> Agent-based modeling and simulation of wildland fire suppression <del>An interdisciplinary agent-based multimodal wildfire</del>

		evacuation model: Critical decisions and life safety
13. Apresentar Referências Finais	Compile e apresente as referências selecionadas.	<p>G. Dorrer and S. Yarovoy, "Use of Agent-Based Modeling for Wildfire Situations Simulation," 2018 3rd Russian-Pacific Conference on Computer Technology and Applications (RPC), Vladivostok, Russia, 2018, pp. 1-4, doi: 10.1109/RPC.2018.8481677.</p> <p>Xiaolin Hu and Yi Sun, "Agent-based modeling and simulation of wildland fire suppression," 2007 Winter Simulation Conference, Washington, DC, 2007, pp. 1275-1283, doi: 10.1109/WSC.2007.4419732.</p>

## Explicando as decisões tomadas

### Etapas 1 e 2

Para as primeiras etapas, o resultado foi obtido através de discussões com o grupo para determinar qual seria o tema de nosso projeto, e qual nosso foco dentro do tema definido.

### Etapas 3

As palavras-chave utilizadas por mim nessa pesquisa foram obtidas, principalmente, por meio de breve leitura do artigo [ABWiSE v1.0: toward an agent-based approach to simulating wildfire spread](#) (Link para o Periódicos CAPES). Esse artigo foi encontrado pelo membro Gabriel Ferreira da Silva e compartilhado com o restante do grupo para ser tomado como base principal de nosso trabalho.

### Etapas 11

Na etapa 11, as referências foram analisadas de acordo com os critérios definidos nas etapas 9 e 10. O resultado foi o seguinte:

- **[APROVADA] Analyzing wildfire evacuation dynamics with agent-based modeling in damaged road networks:**
  - o Bate com os critérios definidos.
- **[APROVADA] Use of agent-based modeling for wildfire situations simulation:**
  - o Bate com os critérios definidos.
- **[APROVADA] Agent-based wildfire evacuation with spatial simulation: a case study:**
  - o Bate com os critérios definidos.
- **[Descartada] An agent-based model of Mediterranean agricultural land-use/cover change for examining wildfire risk:**
  - o Título com conexão fraca ao tema.
- **[APROVADA] Agent-based modeling and simulation of wildland fire suppression:**

- Bate com os critérios definidos.
- **[Descartada] Integrating dynamic social systems into assessments of future wildfire losses: an experiential agent-based modeling approach:**
  - Título com conexão fraca ao tema.
- **[APROVADA] An interdisciplinary agent-based multimodal wildfire evacuation model: Critical decisions and life safety:**
  - Bate com os critérios definidos.
- **[Descartada] Verification & validation of an agent-based forest fire simulation model:**
  - Sem acesso ao texto.
- **[Descartada] Agent-based modeling and simulation for open complex systems:**
  - Título com conexão fraca ao tema.
- **[Descartada] Using an agent-based model to examine forest management outcomes in a fire-prone landscape in Oregon, USA:**
  - Título com conexão fraca ao tema.

## Etapa 12

Na etapa 12, as referências foram classificadas a partir da leitura de seus *Abstracts*, finalizando o processo de investigação e decidindo as referências finais.

- **[Descartada] Analyzing wildfire evacuation dynamics with agent-based modeling in damaged road networks:**
  - Demonstrou ter mais foco na modelagem da evacuação em casos de fogos ambientais do que na modelagem do fogo em si, o que a torna diferente do nosso contexto.
- **[APROVADA] Use of agent-based modeling for wildfire situations simulation:**
  - Demonstrou possível importância da referência para nosso contexto.
- **[Descartada] Agent-based wildfire evacuation with spatial simulation: a case study:**
  - Demonstrou ter mais foco na modelagem da evacuação em casos de fogos ambientais do que na modelagem do fogo em si, o que a torna diferente do nosso contexto.
- **[APROVADA] Agent-based modeling and simulation of wildland fire suppression:**
  - Demonstrou possível importância da referência para nosso contexto.
- **[Descartada] An interdisciplinary agent-based multimodal wildfire evacuation model: Critical decisions and life safety:**
  - Demonstrou ter mais foco na modelagem da evacuação em casos de fogos ambientais do que na modelagem do fogo em si, o que a torna diferente do nosso contexto.

## Artigos Bases

Os artigos bases são artigos, os quais o grupo utilizará como ponto central de pesquisa, sendo por muitas das vezes nossa base para a construção de um artigo de melhor qualidade ou de



desenvolvimento, possuindo um peso maior em comparação aos artigos complementares para a tomada de decisões mais urgentes ou de modelagem. Sendo os artigos bases a serem utilizados os seguintes:

- Katan, J. and Perez, L.: ABWiSE v1.0: toward an agent-based approach to simulating wildfire spread, *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.*, 21, 3141–3160, <https://doi.org/10.5194/nhess-21-3141-2021>, 2021.
- Oliveira, U., Soares-Filho, B., Rodrigues, H. et al. A near real-time web-system for predicting fire spread across the Cerrado biome. *Sci Rep* 13, 4829 (2023). <https://doi.org/10.1038/s41598-023-30560-9>.
- Ferreira, Marcos César, and Cassiano Gustavo Messias. "Metodologia para mapeamento da probabilidade de ocorrência de fogo no bioma do cerrado brasileiro baseada em variáveis relacionadas ao perigo de propagação do fogo." *Territorium* 29 (2022): 23.
- G. Dorrer and S. Yarovoy, "Use of Agent-Based Modeling for Wildfire Situations Simulation," 2018 3rd Russian-Pacific Conference on Computer Technology and Applications (RPC), Vladivostok, Russia, 2018, pp. 1-4, doi: 10.1109/RPC.2018.8481677.
- NGUYEN, T. T.; LAM, H. K.; LOGAN, B. Learning BDI agent plans from desire-goal satisfaction examples. *IEEE Transactions on Cognitive and Developmental Systems*, v. 11, n. 3, p. 334–347, 2019. DOI: 10.1109/TCDS.2018.2850341. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/8481677/>. Acesso em: 25 abr. 2025.

## Artigos Complementares

Os artigos complementares são artigos que vão moldar ações básicas ou complementares as quais os artigos bases não citam, para refletir nossa realidade e escopo de pesquisa. Sendo os artigos não apresentados os complementares, sendo eles:

- Koproski, Letícia, et al. "Modelo de zoneamento de risco de incêndios para unidades de conservação brasileiras: o caso do Parque Estadual do Cerrado (PR)." *Floresta* 41.3 (2011): 551-562.
- Cachoeira, Jader Nunes, et al. "Predição das variáveis do comportamento do fogo em Cerrado sensu stricto no sul do Tocantins." *Advances in Forestry Science* 7.2 (2020): 939-946.
- Almeida, Rodolfo Maduro. "Modelagem da propagação do fogo como ferramenta de auxílio à tomada de decisão no combate e prevenção de incêndios no Parque Nacional das Emas, GO." (2012).
- Tristan O'Mara, Andrew Sánchez Meador, Melanie Colavito, Amy Waltz, Elvy Barton, Navigating the evolving landscape of wildfire management: A systematic review of decision support tools, *Trees, Forests and People*, Volume 16, 2024, 100575, ISSN 2666-7193, <https://doi.org/10.1016/j.tfp.2024.100575> (Complementar)
- FORD, Adriana E. S. et al. Modelling Human-Fire Interactions: Combining Alternative Perspectives and Approaches. *Frontiers in Environmental Science*, [S.I.], v. 9, 2021. Disponível em: <https://www.frontiersin.org/journals/environmental-science/articles/10.3389/fenvs.2021.649835>. Acesso em: 13 abr. 2025. DOI: <https://doi.org/10.3389/fenvs.2021.649835>. (Complementar)
- BOROJENI, Sayed Pedram Haeri et al. A comprehensive survey of research towards AI-enabled unmanned aerial systems in pre-, active-, and post-wildfire management. *Information Fusion*, [S.I.], v. 108, 2024. Art. 102369. ISSN 1566-2535. Disponível

em:<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1566253524001477>. Acesso em: 14 abr. 2025. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.inffus.2024.102369>.

- SUN, J.; QI, W.; HUANG, Y.; XU, C.; YANG, W. Facing the Wildfire Spread Risk Challenge: Where Are We Now and Where Are We Going? *Fire*, [S.l.], v. 6, n. 6, p. 228, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/fire6060228>. Acesso em: 14 abr. 2025.

- Xiaolin Hu and Yi Sun, "Agent-based modeling and simulation of wildland fire suppression," 2007 Winter Simulation Conference, Washington, DC, 2007, pp. 1275-1283, doi: 10.1109/WSC.2007.4419732.

- WICAKSONO, A. A. et al. Multi-agent based forest fire simulation using BDI architecture. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, v. 822, n. 1, 012010, 2020. DOI: 10.1088/1757-899X/822/1/012010. Disponível em: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/822/1/012010/meta>. Acesso em: 25 abr. 2025.

- YANG, L. et al. Exploring the potential of agent-based modelling for investigating transportation-related environmental impacts: A case study of air pollution in Beijing. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, v. 97, 102936, 2021. DOI: 10.1016/j.trd.2021.102936. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1361920921004429>. Acesso em: 25 abr. 2025.

- JANSSEN, Marco; DE VRIES, Bert. The battle of perspectives: a multi-agent model with adaptive responses to climate change. *Ecological Economics*, v. 26, n. 1, p. 43–65, 1998. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0921-8009\(97\)00062-1](https://doi.org/10.1016/S0921-8009(97)00062-1). Acesso em: 28 abr. 2025.

- SMITH, A. K.; DRAGICEVIC, S. An agent-based model to represent space-time propagation of forest-fire smoke. *ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, v. IV-4, p. 207–212, 2018. Disponível em: <https://isprs-annals.copernicus.org/articles/IV-4/207/2018/>. Acesso em: 28 abr. 2025.

- DI LEO, Margherita et al. Dynamic data driven ensemble for wildfire behaviour assessment: a case study. In: HŘEBÍČEK, J.; SCHIMAK, G.; KUBÁSEK, M.; RIZZOLI, A. E. (eds.). *Environmental software systems: fostering information sharing. ISESS 2013*. Heidelberg: Springer, 2013. (IFIP Advances in Information and Communication Technology, v. 413). p. 11–22. Disponível em: [https://doi.org/10.1007/978-3-642-41151-9\\_2](https://doi.org/10.1007/978-3-642-41151-9_2). Acesso em: 28 abr. 2025.

## Conclusão

Com base nisso, conclui-se, teremos 5 arquivos bases para seguirmos, que apresentam uma boa variação do conteúdo, e base de modelo para a construção do artigo e desenvolvimento; Essa base, será construída tendo em mente o campo de incêndios florestais, e multiagentes.

Entretanto cabe ressaltar, a necessidade de estudos por meio de vídeos e cursos sobre diferentes campos dos Sistema Multiagentes, comportamentais e BDI, o que pode gerar mais a frente a possibilidade de adicionar novos artigos específicos relacionados ao âmbito mais amplo da área de multiagentes. O que também iram gerar mais nomes referências das áreas mais amplas que são diversos, e foram citados em sala em apresentações e falados pelos professores.