

Ontologia para Detecção de Estresse em Ervas Daninhas com a utilização de Visão Computacional

Por: Me. Leandro Gameleira do Rego^{1,2}

Resumo:]

Este artigo apresenta uma ontologia desenvolvida para identificar os efeitos de herbicidas em ervas daninhas, utilizando tecnologias avançadas de processamento de imagem e aprendizado de máquina. A ontologia busca oferecer um entendimento aprofundado dos processos envolvidos na identificação desses efeitos, promovendo a padronização de dados e a colaboração no domínio agrícola e de pesquisa. Ela representa uma contribuição significativa para a compreensão e aplicação prática de técnicas avançadas no contexto agrícola e de pesquisa, oferecendo uma solução inovadora e especializada para a identificação de efeitos de herbicidas em plantas. Ao fornecer uma base sólida para a análise detalhada de imagens de plantas daninhas e a avaliação precisa dos efeitos decorrentes da aplicação de herbicidas, promovendo a eficiência e a sustentabilidade no uso de herbicidas e práticas agrícolas.

Palavras-chaves: Ontologia. Herbicidas. Plantas daninhas. Processamento de imagem. Aprendizado de máquina

Abstract:

This article presents an ontology developed to identify the effects of herbicides on weeds, utilizing advanced image processing technologies and machine learning. The ontology aims to provide an in-depth understanding of the processes involved in identifying these effects, promoting data standardization and collaboration in the agricultural and research domains. It represents a significant contribution to the comprehension and practical application of advanced techniques in the agricultural and research context, offering an innovative and specialized solution for identifying herbicide effects on plants. By providing a solid foundation for the detailed analysis of weed images and the accurate assessment of effects resulting from herbicide application, it promotes efficiency and sustainability in the use of herbicides and agricultural practices.

Keywords: Ontology. Herbicides. Weeds. Image processing. Machine learning.

¹ Universidade Federal Rural de Semiárido

² contato@leandrorego.com

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
1.1. Objetivos.....	1
1.2. Escopo.....	1
2. RREFERENCIAL TEÓRICO	2
2.1. Ontologia na Web Semântica	2
2.2. OntoUML: Fundamentação Conceitual para Ontologias	3
2.3. OWL: Linguagem para Representação de Ontologias	3
2.4. Integração Harmoniosa: Ontologia, OntoUML e OWL.....	4
3. ESPECIFICAÇÕES DA ONTOLOGIA.....	4
3.1. Questões conceituais.....	4
3.2. Requisitos Não Funcionais	5
3.3. Definição da Estrutura: Conceitos e Classes	6
3.4. Relações.....	8
3.5. Restrições.....	9
4. ESBOÇO DA ONTOLOGIA	10
4.1. Visão de Computação.....	11
4.2. Visão de Agricultura.....	12
4.3. Visão de Bioquímica	12
5. MODELAGEM DA ONTOLOGIA.....	13
5.1. Estrutura da Ontologia	13
5.2. Consulta à Ontologias.....	15
6. USOS POTENCIAIS	17
7. CONCLUSÃO	18
8. REFERÊNCIAS:	19

1. INTRODUÇÃO

Nos dias de hoje, a agricultura enfrenta uma série de desafios complexos, desde a necessidade premente de eficiência no uso de herbicidas até a busca incessante por práticas agrícolas que respeitem os princípios da sustentabilidade. É nesse contexto dinâmico e multifacetado que sugerimos a concepção de uma Ontologia que propõe a Identificação de Efeitos de Herbicidas em plantas daninhas. Essa ontologia representa muito mais do que apenas um avanço tecnológico; ela encarna um divisor de águas na pesquisa agrícola e na gestão de cultivos.

A ontologia em desenvolvimento tem um propósito ambicioso, visando à integração de tecnologias de processamento de imagem e aprendizado de máquina, oferecendo uma base sólida para a análise detalhada de imagens de plantas daninhas, permitindo uma avaliação precisa e abrangente dos efeitos decorrentes da aplicação de herbicidas. Em essência, a ontologia é um repositório de conhecimento que transcende o convencional, sendo uma ferramenta poderosa que capacita pesquisadores, agricultores e profissionais a compreenderem, monitorarem e otimizarem as práticas de manejo de plantas daninhas.

Este artigo delinea meticulosamente os objetivos, as definições de conceitos, as relações, as restrições e os requisitos que orientarão o desenvolvimento da ontologia. No entanto, seu impacto potencial vai muito além de suas especificações técnicas. Este projeto representa uma inovação, não apenas para a agricultura, mas também para a pesquisa científica e o compromisso com a sustentabilidade ambiental, uma abordagem que revoluciona a forma como é feita a identificação de efeitos de herbicidas, influenciando positivamente práticas agrícolas em direção a um futuro mais eficiente e ecologicamente consciente.

1.1. Objetivos

O presente texto tem como missão principal esboçar uma ontologia que visa a construção de um sistema inovador de identificação de efeitos de herbicidas em plantas daninhas, respaldando-se em tecnologias de processamento de imagem e aprendizado de máquina, de modo a proporcionar uma solução avançada e especializada para um dos desafios críticos enfrentados em contextos agrícolas e de pesquisa.

1.2. Escopo

A abrangência desta ontologia transcende a simples representação de conceitos e relações; ela intenta oferecer o entendimento aprofundado dos complexos processos

envolvidos na identificação de efeitos de herbicidas nas plantas, incluindo, mas não se limitando, a caracterização de herbicidas, a taxonomia de plantas daninhas, a captura de imagens, a análise de efeitos, a modelagem de algoritmos de processamento de imagem e técnicas de aprendizado de máquina, juntamente com a infraestrutura de sistemas computacionais que unifique esses elementos.

No decorrer deste artigo, desvendamos as camadas de conhecimento necessárias para a criação de uma ontologia robusta e semanticamente rica, com o intuito de servir como uma ferramenta fundamental na pesquisa nas áreas agrícola e computacional, auxiliando na tomada de decisões relativas ao tratamento de ervas daninhas com herbicidas e contextos afins. A compreensão abrangente dos domínios do conhecimento envolvidos é essencial, uma vez que a ontologia busca refletir as nuances e complexidades inerentes ao tema em um contexto prático.

2. RREFERENCIAL TEÓRICO

Esta seção proporciona uma base conceitual para compreender os elementos fundamentais que norteiam a criação e desenvolvimento de ontologias avançadas. Inserida no contexto da Web Semântica, onde a representação e interpretação de dados por máquinas ganham destaque, a ontologia desempenha um papel central. Aqui são abordados particularmente a importância da *Ontology Unified Modeling Language (OntoUML)* como uma linguagem conceitual para modelagem, integrada harmoniosamente com o *Web Ontology Language (OWL)*, uma linguagem padrão para a construção de ontologias na Web Semântica. A conjunção destes elementos, explorada neste referencial teórico, fornece uma base teórica para a criação de ontologias que vão além da representação de dados, e proporcionam uma compreensão semântica profunda e facilitam a interoperabilidade entre sistemas heterogêneos.

2.1. Ontologia na Web Semântica

A ontologia, no contexto da Web Semântica, desempenha um papel vital ao proporcionar uma estrutura formal que possibilita a representação de conhecimento de maneira compreensível por máquinas. A visão de Berners-Lee *et al.* (2001) sublinha a centralidade das ontologias ao afirmar que essas estruturas são fundamentais para a organização e integração de dados. Essa organização e integração, por sua vez, estabelecem as bases para uma colaboração mais eficaz e uma interoperabilidade aprimorada entre

1 sistemas. Em essência, as ontologias capacitam não apenas a comunicação semântica entre
2 diferentes entidades, mas também promovem a eficiência na interpretação e manipulação
3 de dados em ambientes heterogêneos e distribuídos. Essa capacidade de fornecer uma
4 representação formal e consensual do conhecimento é um elemento-chave para a realização
5 da visão da Web Semântica, onde a máquina não apenas processa informações, mas também
6 compreende seu significado em um nível mais profundo.

7 **2.2. OntoUML: Fundamentação Conceitual para Ontologias**

8 *A Ontology Unified Modeling Language (OntoUML)* emerge como uma linguagem de
9 modelagem concebida para a construção de ontologias robustas. A visão proposta por
10 Guizzardi (2005) destaca a OntoUML como uma abordagem inovadora que busca integrar
11 princípios filosóficos com a modelagem de informações. Nesse contexto, a OntoUML não se
12 limita a ser apenas uma ferramenta técnica, mas visa proporcionar uma base teórica sólida
13 para a representação de conhecimento. Guizzardi enfatiza que essa abordagem teórica é
14 essencial para garantir que as ontologias desenvolvidas sejam não apenas estruturalmente
15 coerentes, mas também semanticamente precisas. A interseção entre fundamentos
16 filosóficos e modelagem de informações posiciona a OntoUML como uma ferramenta que
17 não apenas captura a complexidade do conhecimento de domínio, mas também incorpora
18 uma compreensão profunda das relações e significados subjacentes. Ao adotar a OntoUML,
19 os modeladores de ontologias são capacitados a expressar conceitos de forma mais precisa e
20 a capturar nuances semânticas que são vitais para a representação fiel de domínios
21 complexos.

22 **2.3. OWL: Linguagem para Representação de Ontologias**

23 *A Web Ontology Language (OWL)*, padronizada pelo *World Wide Web Consortium*
24 (W3C), representa uma linguagem fundamental para a descrição de relações complexas entre
25 conceitos na Web Semântica. O trabalho de McGuinness e van Harmelen (2004) destaca que
26 a OWL desempenha um papel central ao proporcionar uma base formal para a criação de
27 ontologias. Uma de suas contribuições mais significativas é a capacidade de realizar
28 inferências semânticas, promovendo uma compreensão mais profunda das relações entre
29 entidades representadas. Ao oferecer uma especificação semântica precisa, o OWL facilita a
30 comunicação eficaz entre sistemas heterogêneos. Essa linguagem não apenas permite a
31 representação de conhecimento de maneira estruturada, mas também habilita a realização
32 de inferências automáticas, promovendo a descoberta de novas informações com base nas

1 relações estabelecidas. Dessa forma, a OWL desempenha um papel crucial na criação de uma
2 Web Semântica mais inteligível e interoperável, impulsionando a colaboração e a troca
3 eficiente de informações entre sistemas distribuídos.

4 **2.4. Integração Harmoniosa: Ontologia, OntoUML e OWL**

5 A integração eficaz de ontologia, OntoUML e OWL é crucial para o desenvolvimento
6 de ontologias semânticas robustas. Como mencionado por Smith *et al.* (2004), "a combinação
7 dessas ferramentas oferece uma abordagem abrangente para modelar e representar
8 conhecimento, proporcionando interoperabilidade semântica e facilitando a solução de
9 problemas complexos".

10 Esses pilares teóricos - Web Semântica, OntoUML e OWL - fornecem as bases
11 necessárias para a criação de ontologias semânticas avançadas, abrindo caminho para a
12 representação, integração e inferência de conhecimento de maneira precisa e eficiente.

13 **3. ESPECIFICAÇÕES DA ONTOLOGIA**

14 Nesta Seção explorando as questões conceituais, requisitos não funcionais e a
15 definição estrutural da ontologia. Ela delinea os conceitos e classes fundamentais,
16 destacando suas interrelações. Além disso, abordaremos as relações semânticas que
17 estabelecem a conectividade entre os elementos da ontologia, proporcionando uma
18 compreensão clara das interações e das restrições subjacentes, garantindo a integridade e
19 consistência dos dados. Aqui é apresentado não apenas estrutura da base conceitual, mas
20 também estabelece as diretrizes necessárias para o desenvolvimento de um sistema robusto
21 e semanticamente rico, capaz de representar de forma precisa e abrangente dos efeitos de
22 herbicidas em plantas daninhas.

23 **3.1. Questões conceituais**

24 A seguir são apresentadas algumas questões conceituais, requisitos funcionais, as quais a
25 ontologia busca responder.

- 26 • **QC1.** Como é feita a identificação visual de características de plantas
27 daninhas?
- 28 • **QC2.** Como herbicidas são aplicados com base nesse tipo de identificação?
- 29 • **QC3.** Quais são os problemas atuais nesse tipo de abordagem?
- 30 • **QC4.** Quais características de imagem são mais relevantes para a detecção e
31 quantificação dos efeitos dos herbicidas em ervas daninhas?
- 32

- **QC5.** Quais métodos de segmentação de imagens são mais eficazes para isolamento das áreas de interesse?
- **QC6.** Quais combinações de técnicas de processamento digital de imagens poderiam ser usadas para uma análise mais precisa dos efeitos dos herbicidas em ervas daninhas?
- **QC7.** Em que os resultados obtidos por meio do processamento digital de imagens são mais precisos do que observações visuais ou medições laboratoriais tradicionais?
- **QC8.** Quais seriam os benefícios econômicos ou ambientais do uso de tal abordagem? Quais partes interessadas poderiam ser beneficiadas e como?

3.2. Requisitos Não Funcionais

Neste momento, também é importante destacar os requisitos não funcionais que devem ser atendidos pela ontologia a fim de torna-la mais robusta e fidedigna ao seu propósito.

- **Interoperabilidade**

Definição: A interoperabilidade permite garantir que a ontologia seja compatível com padrões amplamente aceitos de representação de dados, como a linguagem OWL (*Web Ontology Language*). Isso permite que a ontologia seja integrada de forma eficaz com outras ontologias e sistemas, promovendo a reutilização de dados e conhecimentos em diferentes contextos.

Relevância: A interoperabilidade assegura que a ontologia possa ser usada em colaboração com outras ontologias e sistemas, ampliando seu valor em diferentes domínios e aplicações.

- **Extensibilidade**

Definição: A extensibilidade refere-se à capacidade da ontologia de acomodar futuras extensões, à medida que novos conceitos, propriedades e relações se tornem necessários no domínio de identificação de efeitos de herbicidas. A ontologia deve ser projetada de forma a permitir a inclusão eficiente de novas informações sem comprometer sua estrutura existente.

Relevância: A extensibilidade é crucial para garantir que a ontologia possa evoluir e crescer à medida que as necessidades do domínio e do sistema mudem ao longo do

tempo. Isso permite a adaptação contínua da ontologia para atender às demandas emergentes.

Mecanismos de Extensão: A ontologia deve fornecer mecanismos e diretrizes claras para a inclusão de novos conceitos, propriedades e relações, como a definição de padrões para extensões e a documentação de melhores práticas.

3.3. Definição da Estrutura: Conceitos e Classes

Neste tópico são apresentados os conceitos principais com as possíveis definições de classe relacionadas a eles. Isso permite uma compreensão concretas dos conceitos envolvidos pela ontologia.

- **Herbicidas:**

Definição: Herbicidas são substâncias químicas ou agentes biológicos formulados para controlar o crescimento, a reprodução e a disseminação de plantas daninhas, com o objetivo de minimizar seus efeitos negativos em áreas agrícolas e ambientais. Esta classe inclui informações sobre o nome do herbicida, sua fórmula química e concentração em formulações comerciais.

- Classe: Produto químico
- Propriedades: Nome, Fórmula Química, Concentração

- **Plantas Daninhas:**

Definição: Plantas daninhas são organismos vegetais que crescem em locais indesejados e competem com culturas agrícolas, plantas ornamentais ou espécies nativas. A ontologia representa informações sobre o nome científico e nome comum das plantas daninhas.

- Classe: Organismo
- Propriedades: Nome Científico, Nome Comum

- **Imagem de Plantas Daninhas:**

Definição: Uma imagem de plantas daninhas é uma representação visual que captura uma ou mais plantas daninhas em um determinado contexto. Esta classe inclui propriedades como a data de captura da imagem e sua resolução.

- Classe: Dados

- Propriedades: Data da Captura, Resolução

- **Efeitos de Herbicidas:**

Definição: Os efeitos de herbicidas são eventos ou resultados observáveis que ocorrem após a aplicação de herbicidas a plantas daninhas. Os efeitos podem variar de mortalidade das plantas a inibição do crescimento. Esta classe contém informações sobre a data em que o efeito foi observado e o tipo de efeito.

- Classe: Evento
- Propriedades: Data do Efeito, Tipo de Efeito (por exemplo, Mortalidade, Inibição de Crescimento)

- **Processamento de Imagem:**

Definição: O processamento de imagem refere-se à aplicação de algoritmos e técnicas computacionais para analisar, segmentar e extrair informações relevantes de imagens de plantas daninhas. Esta classe inclui informações sobre os algoritmos utilizados e suas configurações.

- Classe: Tecnologia
- Propriedades: Algoritmos Utilizados, Configurações

- **Aprendizado de Máquina:**

Definição: O aprendizado de máquina envolve a criação e treinamento de modelos que podem automatizar a análise de imagens de plantas daninhas e a classificação de seus efeitos. Esta classe contém detalhes sobre os algoritmos de aprendizado de máquina empregados e os modelos treinados.

- Classe: Tecnologia
- Propriedades: Algoritmos Utilizados, Modelos Treinados

- **Sistema Computacional:**

Definição: Um sistema computacional é a infraestrutura de hardware e software que suporta a aquisição, processamento e análise de imagens de plantas daninhas e seus efeitos. Esta classe engloba informações sobre o nome do sistema, sua descrição e versão.

- Classe: Dispositivo
- Propriedades: Nome, Descrição, Versão

- **Dados de Treinamento:**

Definição: Dados de treinamento são conjuntos de informações utilizados para treinar modelos de aprendizado de máquina. Esta classe abrange os conjuntos de dados de imagem e resultados que servem como entrada para o treinamento dos modelos.

- Classe: Dados
- Propriedades: Conjunto de Dados de Imagem, Conjunto de Dados de Resultados (efeitos de herbicidas)

- **Resultados:**

Definição: Os resultados incluem as saídas da análise, classificação e interpretação das imagens de plantas daninhas, indicando os efeitos de herbicidas. Essa classe contém informações sobre os resultados obtidos e a classificação dos efeitos.

- Classe: Dados
- Propriedades: Resultados da Análise, Classificação de Efeitos (por exemplo, Efeito Positivo, Efeito Negativo)

- **Usuário:**

Definição: Uma entidade envolvida no uso, operação ou pesquisa relacionada ao sistema de identificação de efeitos de herbicidas. Esta classe contém detalhes sobre o nome do usuário e seu papel, como pesquisador ou operador do sistema.

- Classe: Pessoa
- Propriedades: Nome, Papel (por exemplo, Pesquisador, Operador do Sistema)

3.4. Relações

Definir relações semânticas precisas entre os conceitos é fundamental para garantir a coerência e a utilidade da ontologia. A seguir, as relações são definidas com mais clareza:

- **Relação "Utiliza":**

Definição: A relação "utiliza" conecta a classe "Sistema Computacional" à classe "Processamento de Imagem" para representar o fato de que um sistema

computacional utiliza tecnologias de processamento de imagem no contexto da identificação de efeitos de herbicidas. Essa relação é direcionada do sistema para a tecnologia de processamento de imagem.

- **Relação "Detecta":**

Definição: A relação "detecta" liga a classe "Processamento de Imagem" à classe "Efeitos de Herbicidas" e indica que o processamento de imagem é responsável por detectar e extrair informações relacionadas aos efeitos de herbicidas das imagens capturadas. Essa relação é direcionada do processamento de imagem para os efeitos de herbicidas.

- **Relação "Treina Com":**

Definição: A relação "treina com" estabelece uma conexão entre a classe "Aprendizado de Máquina" e a classe "Dados de Treinamento". Ela denota que o aprendizado de máquina utiliza conjuntos de dados de treinamento para treinar modelos de análise de imagens. Essa relação é direcionada do aprendizado de máquina para os dados de treinamento.

- **Relação "Realiza":**

Definição: A relação "realiza" liga a classe "Usuário" à classe "Ações" e reflete as atividades realizadas pelos usuários no contexto do sistema de identificação de efeitos de herbicidas. Os usuários executam ações como aquisição de imagens, treinamento de modelos e análise de efeitos.

3.5. Restrições

Definir restrições é fundamental para garantir a integridade e a consistência dos dados na ontologia. A seguir, são definidas as restrições relevantes:

- **Restrição na Propriedade "Data de Captura":**

Definição: A propriedade "Data de Captura" da classe "Imagem de Plantas Daninhas" deve seguir o formato de data e hora padrão para garantir que as datas de captura sejam registradas de forma uniforme. Isso ajuda na coleta e análise de dados temporais.

- **Restrição na Propriedade "Nome do Sistema":**

Definição: A propriedade "Nome do Sistema" da classe "Sistema Computacional" deve ser única em todo o conjunto de dados. Isso impede a duplicação de nomes de sistemas, garantindo a identificação exclusiva de cada sistema na ontologia.

- **Restrição na Propriedade "Nome do Usuário":**

Definição: A propriedade "Nome do Usuário" da classe "Usuário" também deve ser única em todo o conjunto de dados para evitar duplicações de nomes de usuário, garantindo a identificação exclusiva de cada usuário.

- **Restrição na Propriedade "Data do Efeito":**

Definição: A propriedade "Data do Efeito" da classe "Efeitos de Herbicidas" deve seguir o formato de data e hora padrão, assegurando a uniformidade nas datas de observação dos efeitos de herbicidas. Isso é crucial para análises temporais precisas.

- **Restrição na Propriedade "Tipo de Efeito":**

Definição: A propriedade "Tipo de Efeito" da classe "Efeitos de Herbicidas" deve ser escolhida a partir de um conjunto definido de tipos predefinidos, como "Mortalidade", "Inibição de Crescimento", para garantir a consistência na categorização dos efeitos.

4. ESBOÇO DA ONTOLOGIA

A construção de um esboço de ontologia é um passo crucial no desenvolvimento de uma representação visual clara e concisa do domínio em questão. Utilizando a linguagem OntoUML (Unified Modeling Language for Ontologies), podemos criar um diagrama que expressa de forma precisa as entidades, conceitos, relações e restrições que compõem a ontologia para a identificação de efeitos de herbicidas em plantas daninhas.

O primeiro passo é identificar as principais entidades e conceitos do domínio. No contexto da ontologia em questão, teríamos entidades como "Herbicida", "Planta Daninha", "Imagem", "Efeito", "Processamento de Imagem", "Aprendizado de Máquina" e outras relacionadas.

Em seguida, estabelecemos as relações semânticas entre essas entidades. Por exemplo, a relação "Utiliza" pode conectar a entidade "Sistema Computacional" à "Tecnologia de Processamento de Imagem", indicando que o sistema utiliza essa tecnologia. Da mesma forma, a relação "Detecta" pode ligar a "Tecnologia de Processamento de Imagem" à "Efeitos de Herbicidas", indicando que essa tecnologia é responsável por detectar as características dos efeitos visuais nas imagens capturadas.

A linguagem OntoUML também permite a inclusão de restrições que garantem a integridade e consistência dos dados na ontologia. Por exemplo, uma restrição pode ser

aplicada à propriedade "Data de Captura" para garantir que siga um formato de data e hora padrão.

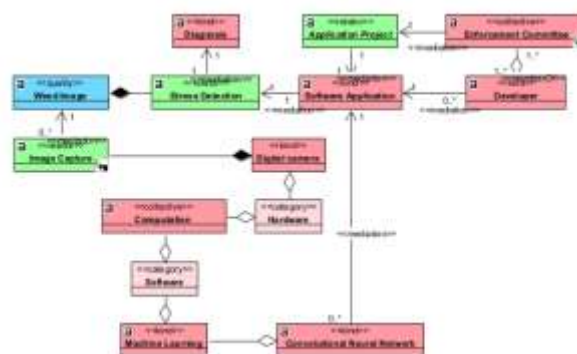
Ao utilizar o aplicativo Visual Paradigm, podemos criar um diagrama OntoUML que representa graficamente essas entidades, relações e restrições. O Visual Paradigm oferece ferramentas intuitivas para a modelagem de ontologias, permitindo uma visualização eficaz do domínio e facilitando a compreensão de todos os conceitos envolvidos no desenvolvimento da ontologia. Este esboço da ontologia, representado por um diagrama OntoUML, serve como um guia visual valioso para o processo de implementação da ontologia, ajudando a garantir que todos os elementos essenciais do domínio estejam adequadamente modelados e relacionados.

Foi feita a divisão da ontologia em três visões, cada uma dedicada a um domínio específico do conhecimento (Computação, Agricultura e Bioquímica), adotando-se assim uma abordagem estratégica para organizar e representar de forma mais clara as diferentes perspectivas e elementos dentro da ontologia. Cada visão focaliza os conceitos e relações relevantes ao respectivo domínio, oferecendo uma representação mais especializada e detalhada. Os diagramas correspondentes a cada visão fornecem uma visualização intuitiva das interações e conexões entre os elementos-chave em cada domínio. Este método facilita a compreensão, implementação e manutenção da ontologia.

4.1. Visão de Computação

Identifica as entidades e relações relacionadas a sistemas computacionais, processamento de imagem, aprendizado de máquina e dados de treinamento. Destaca as tecnologias, algoritmos e configurações específicas utilizadas no contexto da identificação de efeitos de herbicidas.

Diagrama 1: Visão de Domínio Computação

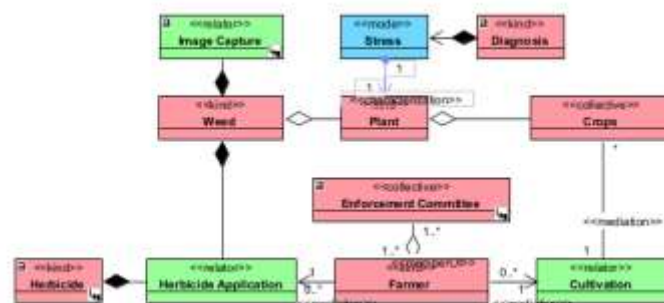


Fonte: Elaboração do Autor

4.2. Visão de Agricultura

Concentra-se em conceitos relacionados a herbicidas, plantas daninhas, imagens de plantas daninhas, efeitos de herbicidas e ações realizadas no campo agrícola. Reflete a interação entre a aplicação prática da ontologia e os processos agrícolas.

Diagrama 2: Visão de Domínio Agricultura

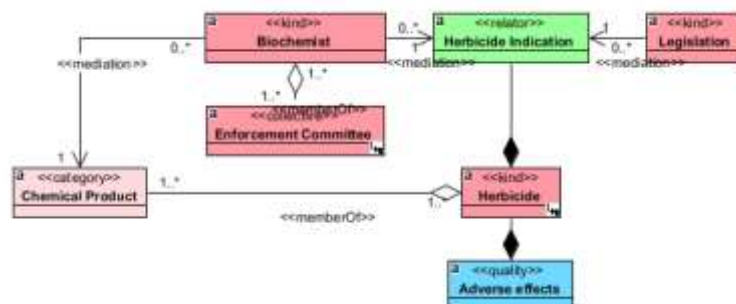


Fonte: Elaboração do Autor

4.3. Visão de Bioquímica

Aborda conceitos mais específicos relacionados às propriedades bioquímicas dos herbicidas, caracterizando suas fórmulas químicas, concentrações e efeitos nas plantas daninhas em um nível molecular. Destaca a relação entre as propriedades bioquímicas dos herbicidas e os efeitos observados.

Diagrama 3: Visão de Domínio Bioquímica



Fonte: Elaboração do Autor

Essa abordagem dos domínios em módulos distintos permite uma compreensão mais aprofundada de cada domínio, simplificando a navegação e facilitando a colaboração entre especialistas de diferentes áreas. Cada visão contribui para a construção de um conhecimento integrado, promovendo a eficácia da ontologia em contextos multidisciplinares.

5. MODELAGEM DA ONTOLOGIA

A construção da ontologia proposta foi realizada utilizando a plataforma Protégé Community, uma ferramenta de código aberto desenvolvida pela Stanford University, que oferece uma interface amigável para a modelagem ontológica. Ele foi escolhido como a ferramenta principal para o desenvolvimento da ontologia devido à sua reputação consolidada na comunidade de pesquisa em ontologias. Sua interface intuitiva e recursos robustos tornaram o processo de modelagem mais eficiente e acessível. A seguir, detalhamos o processo de modelagem e as decisões-chave tomadas durante o desenvolvimento.

5.1. Estrutura da Ontologia

Inicialmente foram feitas as incluídas as declarações que indicam a criação de cada uma das classes com seus identificadores específicos (IRI ou abbreviatedIRI). Essas classes representam entidades no domínio da ontologia que está sendo modelada. A seguir, listamos algumas delas com suas respectivas definições:

- **AdverseEffect:** representa classes relacionadas a efeitos adversos advindos do uso de herbicidas.
- **Agronomy:** representa classes relacionadas ao campo da agronomia, abrangendo práticas e ciência agrícola.
- **Biochemist:** representa classes de profissionais com conhecimento na área de bioquímica, podendo incluir entidades associadas a processos bioquímicos e substâncias químicas.
- **Herbicide:** representa a classe principal relacionada a herbicidas, incluindo propriedades e características específicas desses produtos químicos.
- **ConvolutionalNeuralNetwork:** classe relacionada a redes neurais convolucionais, que faz a ligação com processamento de imagem ou aprendizado de máquina.
- **Crops:** classe relacionada a culturas agrícolas.
- **DigitalCamera:** representa uma classe relacionada a câmeras digitais, que faz conexão com a captura de imagens.
- **MachineLearning:** classe relacionada a técnicas de aprendizado de máquina, sugerindo uma aplicação no contexto da ontologia.
- **Weed:** Representa a classe relacionada a plantas daninhas.

Além da definição das Classes, foram incluídas as Propriedades de Objetos (*Object Properties*), que representam atributos de Classes, atribuindo-lhes características específicas. Listamos abaixo algumas dessas propriedades:

- **inheresIn**: propriedade que indica que algo inerente a um objeto está presente nele.
- **mediates**: propriedade de mediação entre dois objetos ou conceitos.
- **participatedIn**: propriedade que relaciona um objeto a uma participação em alguma atividade ou evento.
- **Captures**: propriedade que relaciona algo (por exemplo, uma câmera) com o ato de capturar algo (por exemplo, uma imagem).
- **Causes**: propriedade que indica a relação causal entre dois objetos ou conceitos.
- **developedBy**: Indica a relação entre um objeto e a entidade que o desenvolveu.
- **developes**: Indica a relação entre uma entidade e o objeto que ela desenvolve.
- **hasComponent**: Indica que um objeto tem um componente específico.
- **isComponentOf**: Indica que um objeto é um componente de outro objeto.
- **knows**: Indica a relação de conhecimento entre duas entidades.
- **Name, Resolution, dateTime, dosing, height, intensity, label, scientificName, width**: São propriedades de dados que armazenam informações específicas, como nome, resolução, data e hora, dosagem, altura, intensidade, rótulo, nome científico, largura etc.

Também temos as declarações de *NamedIndividuals*, em que cada objetos representam uma instância específica de uma classe na ontologia. seguem algumas observações sobre alguns desses indivíduos:

- **Alterações_na_Morfologia**: representa uma instância específica relacionada a alterações na morfologia de plantas ocasionada pela aplicação de algum herbicida.
- **Azevém, Buva, Capim-pé-de-galinha, Caruru, Feijao, Milho, Soja, Tiririca**: Representam instâncias específicas de plantas ou culturas.
- **Biochemist, Developer, EnforcementCommittee, Farmer**: Representam instâncias específicas de profissões ou papéis.

- **Plantação_de_Soja, Glifozado, Aplicação_de_Glifozato, Recomentdação_de_Aplicação, Foto_de_Erva_Daninha, Feijão, Murcha:** Representam instâncias específicas relacionadas a culturas, herbicidas, aplicação de herbicidas, indicação de herbicidas, captura de imagem, plantas e estresse.
- **AdverseEffects** é uma instância de **gufo:Kind**.
- **Alterações_na_Morfologia** é uma instância da classe **AdverseEffects**.
- **Aplication** é considerado um tipo **kind** de entidade.
- **ApplicationProject** é considerado um tipo **kind** de entidade.
- **Azevém** é um tipo específico de **Weed**.
- **Biochemist** é considerado um tipo (**kind**) de entidade.
- **Buva** é um tipo específico de **Weed**.
- **Capim-pé-de-galinha** é uma instância da classe **Weed**;
- **Caruru** é outra instância da classe **Weed**.
- **ChemicalProduct** é uma instância da categoria **gufo:Category**.
- **Computation** é considerado um tipo **kind** de entidade.
- **ConvolutionalNeuralNetwork** é considerado um tipo **kind**.
- **Crops** também é considerado um tipo **kind**.
- **Cultivation** é uma instância de **Kind**;
- **Descoloração_e_Amarelecimento** é uma instância da classe **AdverseEffects**.

5.2. Consulta à Ontologias

Para recuperar informações da Ontologia, são utilizadas consultas SPARQL desempenham um papel crucial na obtenção de dados contidos na ontologia, facilitando a extração de conhecimento estruturado. Abaixo estão alguns tópicos importantes relacionados a consultas SPARQL:

- **Prefixos:** Para realizar as consultas, primeiro é necessário incluir os prefixos que simplifica a digitação dos termos de busca. Além dos prefixos padrão dos objetos OWL, RDF Syntax e RDF Schema, adicionamos o prefixo da ontologia.

```
PREFIX owl: <http://www.w3.org/2002/07/owl#>
PREFIX rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#>
PREFIX rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#>
```

```
PREFIX : <https://raw.githubusercontent.com/leandrogrego/WeedEye/main/Ontology%20for%20weed%C2%B4s%20stress%20detection.owl#>
```

- **Recuperando Classes e Subclasses:** Para explorar a hierarquia de classes em uma ontologia, podem ser usadas consultas SPARQL para recuperar informações sobre classes e suas relações de subclasse.

Exemplo: Listar todas as classes e suas subclasses.

```
SELECT ?x WHERE {  
    ?x rdf:type owl:Class.  
}
```

- **Recuperando Instâncias de uma Classe Específica:** Para obter instâncias de uma classe específica, podem ser criadas uma consultas SPARQL que identifiquem indivíduos associados a uma determinada classe.

Exemplo: Recuperar todas as instâncias da classe "Weed".

```
SELECT ?x WHERE {  
    ?x rdf:type owl:NamedIndividual.  
    OPTIONAL { ?x rdfs:subClassOf :Weed}  
}
```

- **Explorando Propriedades de Objeto:** Também pode ser criada consultas para analisar as propriedades de objeto na ontologia e entender as relações entre diferentes classes.

Exemplo: Listar todas as propriedades de objeto na ontologia.

```
SELECT DISTINCT ?property  
WHERE {  
    ?property a owl:ObjectProperty.  
}
```

6. USOS POTENCIAIS

A ontologia proposta tem uma ampla gama de usos potenciais, abrangendo diferentes áreas e proporcionando benefícios significativos para a pesquisa e a aplicação prática. Alguns dos principais usos potenciais incluem:

- **Aprimoramento da Compreensão do Processo de Identificação de Efeitos de Herbicidas**

Descrição: A ontologia oferece uma representação semântica precisa do processo de identificação de efeitos de herbicidas, permitindo que pesquisadores e profissionais compreendam a complexidade e as nuances envolvidas.

- **Facilitação da Integração de Tecnologias de Processamento de Imagem e Aprendizado de Máquina**

Descrição: A ontologia atua como uma ponte semântica entre tecnologias de processamento de imagem e aprendizado de máquina, permitindo a integração harmoniosa dessas tecnologias para uma análise mais eficaz de imagens de plantas daninhas.

- **Padronização da Representação de Informações Relacionadas a Herbicidas**

Descrição: A ontologia estabelece padrões claros para a representação de informações relacionadas a herbicidas, plantas daninhas e efeitos, promovendo a uniformidade e a consistência nos dados.

- **Suporte à Tomada de Decisões em Agricultura e Pesquisa**

Descrição: Pesquisadores, agricultores e tomadores de decisão podem usar a ontologia como um recurso valioso para análise de dados e tomada de decisões informadas sobre o uso de herbicidas e práticas de manejo de plantas daninhas.

- **Ampliação do Conhecimento em Agricultura Sustentável**

Descrição: A ontologia contribui para o avanço do conhecimento em práticas agrícolas sustentáveis, auxiliando na identificação de estratégias de controle de plantas daninhas com menor impacto ambiental.

- **Suporte a Pesquisas e Desenvolvimentos Futuros**

Descrição: A ontologia servirá como uma base sólida para futuras pesquisas e desenvolvimentos no domínio da identificação de efeitos de herbicidas, permitindo uma colaboração mais eficaz e a integração de novos conhecimentos.

- **Facilitação da Compartilhamento de Conhecimento e Dados**

Descrição: A ontologia promove o compartilhamento de conhecimento e dados entre pesquisadores, instituições e organizações, enriquecendo a colaboração no campo da identificação de efeitos de herbicidas.

7. CONCLUSÃO

Nessa, apresentamos uma ontologia abrangente e semanticamente rica destinada a representar um sistema inovador de identificação de efeitos de herbicidas em plantas daninhas. A criação desta ontologia é um passo crucial para avançar na compreensão e na aplicação prática de técnicas avançadas de processamento de imagem e aprendizado de máquina no contexto agrícola e de pesquisa.

A ontologia não é apenas uma estrutura semântica; é uma ferramenta que pode capacitar pesquisadores, agricultores e profissionais com insights mais profundos e informações bem definidas. Ela fornece uma base sólida para a padronização de dados relacionados a herbicidas, plantas daninhas e seus efeitos, promovendo a interoperabilidade e a colaboração em todo o domínio.

À medida que a agricultura moderna enfrenta desafios crescentes, como a gestão eficaz de herbicidas e a busca por práticas agrícolas sustentáveis, a ontologia representará um ativo valioso para a tomada de decisões informadas e o avanço contínuo do conhecimento.

A ontologia não é apenas um marco de pesquisa, mas uma ferramenta prática que pode ser usada em diversos cenários, desde laboratórios de pesquisa até campos agrícolas. Ela é uma fonte de conhecimento, uma plataforma de integração de tecnologias e um impulsionador do progresso no domínio da identificação de efeitos de herbicidas em plantas daninhas

8. REFERÊNCIAS:

Berners-Lee, T., Hendler, J., & Lassila, O. (2001). **The Semantic Web: A New Form of Web Content That is Meaningful to Computers Will Unleash a Revolution of New Possibilities.**

Acesso em 11/12/2023, disponível em <https://www.researchgate.net/publication/225070375>.

Guizzardi, G. (2005). **Ontological Foundations for Structural Conceptual Models.** ACM Transactions on Software Engineering and Methodology). 14(4), 369-426. Acesso em 11/12/2023, disponível em: <http://www.inf.ufes.br/~gguizzardi/OFSCM.pdf>;

McGuinness, D. L., & van Harmelen, F. (2004). **OWL Web Ontology Language Overview. W3C Recommendation,** World Wide Web Consortium (W3C), 2004. Acesso em 11/12/2023, disponível em < <https://www.w3.org/TR/owl-features>>.

Smith, M. K., Welty, C., & McGuinness, D. L. (2004). **OWL Web Ontology Language Guide. W3C Recommendation,** World Wide Web Consortium (W3C). Acesso em 11/12/2023, disponível em < <https://www.w3.org/TR/owl-guide>>.