

Ontologia para Promoção da Agricultura Urbana Orgânica em Contextos de Vulnerabilidade Social

Leonardo Vianna do Nascimento¹, Fedra Kruger¹,
Júlia Isadora Rosa¹, José Palazzo Moreira de Oliveira²

¹Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia (IFRS) – Alvorada – RS – Brasil

²Instituto de Informática – Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)
Porto Alegre – RS – Brasil

{leonardo.nascimento, fedra.kruger}@alvorada.ifrs.edu.br

julia.steimmetz@aluno.alvorada.ifrs.edu.br, palazzo@inf.ufrgs.br

Resumo. *Populações socialmente vulneráveis em áreas urbanas frequentemente enfrentam acesso limitado a alimentos orgânicos, devido a restrições tanto econômicas quanto informacionais. Em resposta, a Agricultura Urbana e Periurbana (AUP) tem emergido como uma estratégia relevante para promover a autonomia alimentar e práticas sustentáveis. No contexto de um projeto de pesquisa mais amplo voltado ao desenvolvimento de soluções baseadas em TIC para apoiar o cultivo orgânico em ambientes urbanos, este artigo apresenta uma proposta inicial de ontologia para a modelagem conceitual de plantas e cultivares. A ontologia proposta organiza formalmente conhecimentos relacionados a espécies vegetais, cultivares, requisitos ambientais e práticas de cultivo, estabelecendo uma base de conhecimento estruturada e reutilizável, adequada para consultas e inferências. Concebida como um artefato conceitual preliminar, ela visa a fundamentar o desenvolvimento futuro de sistemas de software voltados ao planejamento e à gestão de hortas urbanas orgânicas. Um estudo de caso é apresentado como avaliação inicial, demonstrando a aplicabilidade e o potencial da ontologia como infraestrutura semântica para aplicações computacionais no domínio da agricultura orgânica urbana.*¹

1. Introdução

A expansão contínua da demanda global por alimentos, diretamente relacionada ao crescimento demográfico e à intensificação das atividades agropecuárias, tem, historicamente, favorecido a adoção de modelos produtivos baseados no uso intensivo de insumos químicos. Tal orientação produtiva, embora tenha contribuído para o aumento da produtividade, tem sido acompanhada de impactos ambientais significativos e de riscos relevantes à saúde humana. Em contraste com esse paradigma, a agricultura orgânica vem se afirmando como uma alternativa orientada à sustentabilidade, ao fundamentar-se em princípios agroecológicos que buscam minimizar a degradação dos ecossistemas, promover o equilíbrio dos sistemas produtivos e mitigar potenciais danos à saúde associados às práticas convencionais. [Bhuyan et al. 2022].

¹Este texto corresponde a uma versão preliminar (preprint) de um trabalho em desenvolvimento. Uma versão reduzida e revisada será submetida à avaliação de um simpósio da Sociedade Brasileira de Computação (SBC).

Não obstante os benefícios amplamente reconhecidos da agricultura orgânica, o acesso a alimentos provenientes desse sistema produtivo ainda se mostra restrito, sobretudo em contextos urbanos e entre segmentos populacionais com menores níveis de renda e escolaridade. Tal limitação evidencia a persistência de barreiras estruturais de natureza econômica, informacional e distributiva, que dificultam a democratização do consumo de produtos orgânicos e restringem sua inserção mais ampla nos padrões alimentares da sociedade [Mooz and Silva 2014]. Embora a agricultura orgânica seja amplamente reconhecida por seus benefícios ambientais, sanitários e sociais, a persistência de restrições ao acesso a seus produtos, especialmente em contextos urbanos e entre populações com menores níveis de renda e escolaridade, revela entraves estruturais que limitam sua efetiva democratização. Tal quadro projeta implicações diretas para a segurança e a soberania alimentar, na medida em que essas dimensões não se restringem à mera disponibilidade de alimentos, mas abrangem, de modo indissociável, a capacidade coletiva de produzi-los e de acessá-los de forma autônoma, equitativa e sustentável.

Nesse contexto, a Agricultura Urbana e Periurbana (AUP) emerge como uma estratégia relevante para ampliar o acesso a alimentos orgânicos, promover a sustentabilidade ambiental e fortalecer iniciativas comunitárias em áreas urbanas [Azevedo et al. 2020]. Quando orientada por princípios agroecológicos, a AUP também contribui para a valorização de saberes locais e para processos de educação socioambiental [Curan and Marques 2021]. No entanto, a adoção dessas práticas ainda enfrenta barreiras decorrentes da falta de acesso a conhecimento técnico estruturado, especialmente para agricultores urbanos iniciantes.

Considerando os desafios previamente delineados, as ontologias configuram-se como uma abordagem metodologicamente consistente para o enfrentamento dessas limitações, na medida em que possibilitam a construção de modelos formais, explícitos e compartilhados de domínios específicos, passíveis de interpretação tanto por agentes humanos quanto por sistemas computacionais. No âmbito agrícola, diferentes ontologias têm sido desenvolvidas com o propósito de representar espécies vegetais, características fenotípicas e práticas de manejo.

Todavia, permanece uma lacuna relevante no que concerne à modelagem explícita de cultivares, particularmente no contexto da agricultura orgânica em ambientes urbanos, em que aspectos produtivos, ambientais e socioeconômicos assumem configurações próprias e demandam uma representação conceitual mais refinada. Tal limitação não se restringe apenas à ausência de vocabulário especializado ou de esquemas de classificação suficientemente detalhados, mas revela, sobretudo, uma insuficiência de formalização semântica capaz de representar, de maneira rigorosa, as múltiplas relações existentes entre espécies, cultivares, práticas de manejo, condições ambientais, ciclos produtivos, restrições espaciais e dinâmicas sociais associadas à agricultura urbana e periurbana.

Nesse contexto, a simples adoção de modelos descritivos ou taxonomias informais mostra-se insuficiente para garantir interoperabilidade semântica, consistência conceitual e capacidade efetiva de compartilhamento de conhecimento entre diferentes sistemas, instituições e comunidades envolvidas. A complexidade inerente ao domínio exige uma estrutura conceitual construída a partir de princípios formais de modelagem da realidade, nos quais entidades, propriedades, eventos e relações sejam definidos com precisão semiótica e ontológica. Essa necessidade torna-se ainda mais evidente quando se consi-

dera que muitos conceitos utilizados no domínio agrícola apresentam forte dependência do contexto, ambiguidades terminológicas e interpretações distintas conforme as práticas locais, as variedades regionais e os objetivos produtivos específicos.

Além disso, a ausência de uma representação conceitual rigorosa compromete não apenas a integração de dados heterogêneos, mas também limita a capacidade de inferência, de rastreabilidade e de reutilização do conhecimento produzido. Em cenários caracterizados pela diversidade de fontes de informação, pela multiplicidade de atores envolvidos e pela coexistência de diferentes perspectivas de interpretação da realidade, modelos conceituais pouco formalizados tendem a introduzir ambiguidades semânticas, inconsistências estruturais e perdas de significado ao longo dos processos de armazenamento, compartilhamento e análise de dados. Como consequência, informações potencialmente relevantes passam a ser representadas de forma fragmentada, redundante ou semanticamente incompatível, o que dificulta seu uso em processos analíticos mais avançados e reduz a confiabilidade dos resultados obtidos.

Sob uma perspectiva semiótica e ontológica, tal limitação decorre da ausência de mecanismos formais capazes de explicitar com precisão a correspondência entre os elementos do domínio real e suas representações computacionais. A modelagem da realidade não pode ser compreendida apenas como uma atividade técnica de estruturação de dados, mas como um processo de construção de significado, no qual conceitos, relações e restrições precisam ser definidos de forma explícita, consistente e verificável. Sem esse rigor formal, diferentes sistemas podem utilizar os mesmos termos para designar entidades distintas, ou, inversamente, empregar representações distintas para descrever conceitos equivalentes, comprometendo a interoperabilidade semântica e a própria coerência epistemológica do domínio representado.

Adicionalmente, a limitação da capacidade de inferência reduz o potencial de utilização de técnicas baseadas em raciocínio automatizado, mineração de conhecimento e apoio à tomada de decisão, especialmente em contextos complexos e dinâmicos, como a agricultura urbana e periurbana. A ausência de estruturas conceituais formalmente definidas também dificulta a rastreabilidade dos dados e do conhecimento derivado, tornando menos transparentes os processos de transformação, interpretação e validação das informações ao longo do tempo. Dessa forma, o desenvolvimento de ontologias fundamentadas em princípios rigorosos de representação da realidade emerge como requisito essencial não apenas para a integração tecnológica, mas também para assegurar a coerência semântica, a preservação de significado e a capacidade efetiva de evolução e reutilização do conhecimento em ambientes distribuídos e multidisciplinares.

Em ambientes urbanos, onde a agricultura frequentemente se articula com políticas públicas, segurança alimentar, sustentabilidade ambiental e iniciativas comunitárias, torna-se fundamental dispor de modelos capazes de representar adequadamente tanto os elementos biológicos quanto os aspectos sociais e organizacionais envolvidos. Assim, a construção de ontologias fundamentadas em princípios formais de abstração e representação da realidade constitui não apenas uma solução técnica para interoperabilidade de sistemas, mas também um instrumento epistemológico para explicitar, organizar e compartilhar conhecimento de forma coerente, consistente e semanticamente verificável.

Um cultivar corresponde a uma variedade dentro de uma espécie vegetal, seleci-

onada intencionalmente por características desejáveis, como produtividade, resistência a pragas e adaptação a condições ambientais específicas [Horticulturae 2009]. A representação estruturada de cultivares é fundamental para apoiar sistemas de informação capazes de fornecer recomendações contextualizadas sobre plantio, manejo e colheita em ambientes urbanos.

Em decorrência do exposto acima, ao propor a *COnto* (*Cultivars Ontology* - Ontologia de Cultivares), este trabalho busca contribuir para o avanço da modelagem conceitual orientada por ontologias no domínio agrícola, com ênfase específica na agricultura orgânica urbana e periurbana. Ao estruturar formalmente o conhecimento relativo a cultivares, suas características, exigências ambientais e práticas de manejo, a ontologia supre uma lacuna identificada na literatura e estabelece uma base semântica consistente para a integração, o compartilhamento e a reutilização de informações. O estudo de caso apresentado não apenas ilustra a aplicabilidade prática da proposta, mas também evidencia sua capacidade de sustentar mecanismos de consulta e inferência, fundamentais para o desenvolvimento de sistemas inteligentes de apoio ao cultivo. Desse modo, a *COnto* posiciona-se como um artefato conceitual e tecnológico que articula rigor formal e utilidade prática, contribuindo para o fortalecimento de soluções baseadas em TICs voltadas à promoção de práticas agrícolas orgânicas em contextos urbanos.

O restante deste artigo está estruturado da seguinte forma. Uma análise do estado da arte sobre a modelagem ontológica aplicada ao domínio agrícola é apresentada na Seção 2. A Seção 3 descreve a ontologia *COnto*. A avaliação da ontologia, por meio de um exemplo de modelagem e de sua aplicação no acesso à informação, é apresentada na Seção 4. Por fim, a conclusão do trabalho é apresentada na Seção 5.

2. Trabalhos Relacionados

A presente seção tem por finalidade oferecer uma visão abrangente e representativa do estado da arte no domínio em questão, privilegiando a cobertura sistemática das principais iniciativas identificadas na literatura. A opção metodológica adotada prioriza o mapeamento das diferentes propostas, de seus focos e finalidades declaradas, com o objetivo de situar a ontologia desenvolvida em um panorama amplo e estruturado, evidenciando convergências e lacunas recorrentes. Não se buscou, neste momento, realizar uma comparação exaustiva, mas sim assegurar uma base consistente de contextualização, considerada essencial para fundamentar o posicionamento e a relevância da proposta apresentada. A modelagem conceitual na agricultura é uma área amplamente pesquisada, com diversas ontologias desenvolvidas para representar desde conceitos gerais até conceitos específicos de cultivos [Drury et al. 2019].

A Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura (FAO) criou o *AGROVOC*, um vocabulário multilíngue com cerca de 35.000 conceitos, abrangendo agricultura, nutrição e meio ambiente [Caracciolo et al. 2013]. Apesar de sua abrangência, apresenta limitações em aspectos específicos de cultivo, como cultivares, fertilizantes e manejo.

O projeto *Planteome*² oferece ontologias como a *Plant Ontology* (PO), que descreve estruturas anatômicas e estágios de desenvolvimento das plantas, e a *Plant Trait On-*

²<https://planteome.org/>

tology (TO), que cobre diferentes tipos de características (morfologia, qualidade, estresse, etc.). Essas ontologias são úteis, mas não visam modelar cultivos de forma abrangente.

O *Crop Ontology* (CO)³ reutiliza PO e TO para definir ontologias específicas de culturas como milho e arroz, promovendo interoperabilidade e padronização [Shrestha et al. 2012, Arnaud et al. 2022]. Contudo, não contempla práticas de manejo. A *Agronomy Ontology* (AgrO)⁴ organiza semanticamente termos sobre práticas agrícolas, como implementos, processos e fertilizantes, mas não modela cultivares ou suas características. Por fim, a *PermOnto* [Chollet et al. 2023] foca em fazendas inteligentes, modelando características de plantas e interações positivas entre elas (por exemplo, fornecimento de nutrientes ou de sombra), mas não abrange cultivares nem interações antagônicas.

A Tabela 1 resume as ontologias discutidas. A ontologia proposta neste trabalho busca suprir a lacuna na modelagem de cultivares e seus conceitos relacionados, ausentes nas abordagens existentes.

Tabela 1. Lista Resumida de Trabalhos Relacionados.

Ontologia	Pontos Fortes	Pontos Fracos
AGROVOC	Vocabulário abrangente sobre espécies, taxonomia, e relações com produtos e pragas.	Não abrange cultivares e práticas de manejo.
<i>Plant Ontology</i> (PO)	Estruturas anatômicas de plantas e etapas de desenvolvimento.	Não abrange outras informações sobre plantas ou práticas agrícolas.
<i>Plant Trait Ontology</i> (TO)	Características fenotípicas de plantas.	Não abrange outras informações sobre plantas ou práticas agrícolas.
<i>Crop Ontology</i> (CO)	Base de conhecimento sobre características fenotípicas de algumas espécies de plantas comumente usadas na agricultura.	Não abrange outras informações sobre diversas espécies usadas em hortas urbanas no Brasil e também não é focada em agricultura orgânica.
AgrO	Modelagem de práticas de manejo.	Não abrange outras informações sobre plantas.
PermOnto	Características e preferências de plantas e interações entre diferentes tipos de plantas.	Modelagem limitada de práticas de manejo e não abrange a modelagem específica de cultivares.

A revisão bibliográfica evidencia que as ontologias existentes no domínio agrícola abordam aspectos específicos, porém de forma fragmentada. O AGROVOC contempla espécies, taxonomia e relações com produtos e pragas, mas não inclui cultivares nem práticas de manejo. A *Plant Ontology* (PO) concentra-se em estruturas anatômicas e estágios de desenvolvimento, enquanto a *Plant Trait Ontology* (TO) e a *Crop Ontology* (CO) priorizam características fenotípicas, sendo esta última restrita a determinadas

³<https://cropontology.org/>
⁴<https://bigdata.cgiar.org/resources/agronomy-ontology/>

espécies agrícolas e sem foco na agricultura orgânica ou na diversidade de hortas urbanas brasileiras. Já a *AgrO* dedica-se à modelagem de práticas de manejo, sem abordar informações botânicas mais amplas, e a *PermOnto* contempla características, preferências e interações entre plantas, mas apresenta limitações na modelagem de manejo e não representa cultivares de forma específica. Em conjunto, as iniciativas analisadas evidenciam a ausência, na literatura revisada, de uma ontologia que integre, de forma abrangente, espécies, cultivares, características, preferências ambientais e práticas de manejo, especialmente no contexto da agricultura orgânica urbana.

3. Ontologia

Considerando as limitações e contribuições das ontologias existentes no domínio agrícola, este trabalho propõe o desenvolvimento de uma nova ontologia para a modelagem de cultivares, denominada *COnto* (*Cultivars Ontology* — Ontologia de Cultivares). Para sua concepção, adotou-se a metodologia *Ontology Development 101* [Noy et al. 2001], composta por sete etapas, aplicadas sistematicamente ao longo do processo de desenvolvimento.

A primeira etapa consiste na definição do escopo e do domínio da ontologia. O modelo proposto concentra-se na representação de cultivares, abrangendo suas características, preferências ambientais e práticas de manejo associadas, no contexto da agricultura orgânica.

A segunda etapa contempla o reuso de ontologias pré-existentes. A ontologia desenvolvida adota uma estratégia de reutilização de ontologias consolidadas, de fim de promover a interoperabilidade e o alinhamento semântico. Em particular, são reutilizadas a *Plant Ontology* (PO) para representar estágios de desenvolvimento das plantas, a *Plant Trait Ontology* (TO) para modelagem de características fenotípicas, e a *Agronomy Ontology* (AgrO) para representar ações e processos de manejo agrícola. Além disso, são utilizadas ontologias de apoio, como QUDT⁵ para a modelagem de quantidades e unidades, DOLCE+DnS Ultralite (DUL)⁶ para a representação de regiões geográficas e OWL-Time⁷ para aspectos temporais.

A terceira etapa consiste na enumeração dos termos relevantes ao domínio de aplicação da ontologia. Para esse fim, um conjunto inicial de termos foi levantado com o auxílio de ferramentas de inteligência artificial, seguindo um protocolo baseado no descrito em [Lichtnow et al. 2025]. Esta listagem preliminar de termos foi posteriormente revisada e refinada por meio de consultas a especialistas nas áreas de agricultura e de agricultura orgânica.

As etapas quatro, cinco e seis referem-se, respectivamente, à definição da hierarquia de classes, ao estabelecimento dos relacionamentos entre elas e à especificação de suas propriedades. O conjunto resultante de classes e propriedades é apresentado nas Figuras 1, 2, 3 e 4.

A Figura 1 apresenta a modelagem básica de um cultivar. O conceito central da ontologia é a classe *Cultivar*, que está associada a uma espécie, a identificadores formais

⁵<https://www.qudt.org/>

⁶http://ontologydesignpatterns.org/wiki/Ontology:DOLCE+DnS_Ultralite

⁷<https://www.w3.org/TR/owl-time/>

(por exemplo, registros oficiais), a descrições textuais e a nomes científicos e populares. Características morfológicas e fenotípicas podem ser associadas aos cultivares por meio de indivíduos da classe *Plant Trait*, permitindo a descrição de aspectos relacionados à planta como um todo ou a partes específicas, como folhas e raízes.

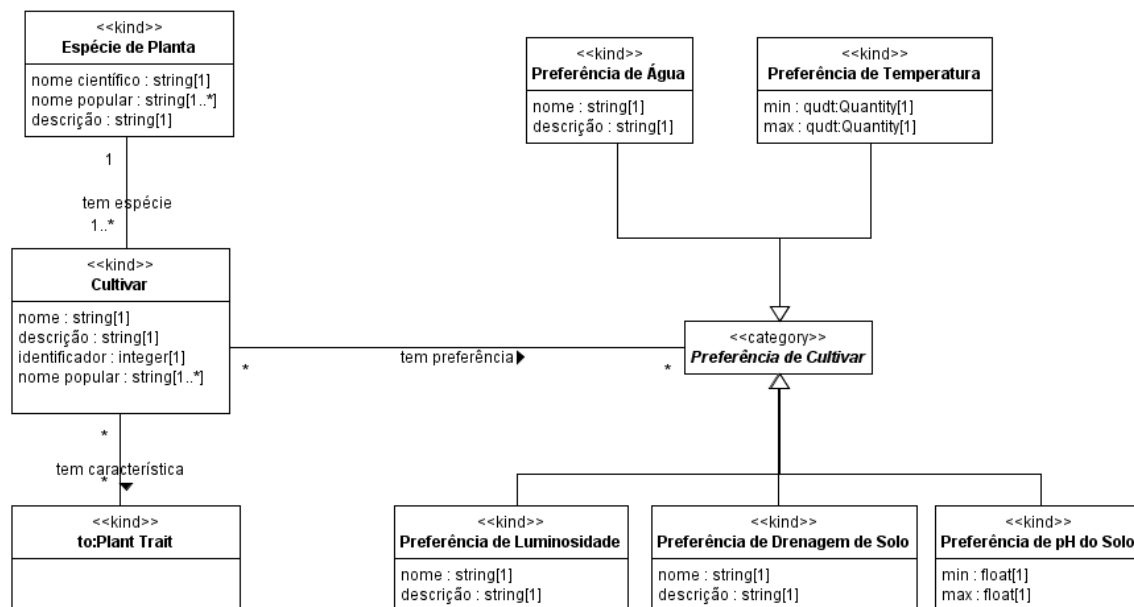


Figura 1. Modelagem básica de um cultivar.

A COnTO representa formalmente preferências ambientais de cultivares — como temperatura, luminosidade, água, drenagem e pH — por meio de valores intervalares ou descrições qualitativas, permitindo consultas semânticas e inferências sobre adequação ambiental. Além disso, modela práticas de manejo associadas a estágios de desenvolvimento definidos na *Plant Ontology* (PO), especializadas em ações agrícolas com base na *Agronomy Ontology* (AgrO), incluindo alternativas como diferentes métodos de adubação orgânica.

Para além da descrição de características intrínsecas, a COnTO contempla a representação formal das preferências ambientais associadas aos cultivares, incluindo parâmetros como temperatura, luminosidade, disponibilidade hídrica, condições de drenagem e pH do solo. Tais preferências podem ser especificadas por meio de valores intervalares ou descrições qualitativas, o que viabiliza a formulação de consultas semânticas e a realização de inferências sobre a adequação de determinados cultivares a contextos ambientais específicos. A Figura 2 apresenta a modelagem das práticas de manejo. Cada cultivar pode ser relacionado a uma ou mais práticas, aplicáveis sob condições particulares e em estágios específicos de desenvolvimento da planta, conforme estabelecido na *Plant Ontology* (PO). Essas práticas são especializadas em ações agrícolas mais específicas, estruturadas com base em conceitos reutilizados da *Agronomy Ontology* (AgrO), e podem contemplar alternativas de execução, como distintos métodos de adubação orgânica.

O conceito de *Manejo* pode ser expandido para contemplar características específicas de diferentes fases do ciclo da planta. Por exemplo, a ontologia define a classe *Manejo de Plantio*, especialização de *Manejo*, que descreve informações como espaçamento entre plantas e entre linhas, métodos de plantio (semeadura direta ou trans-

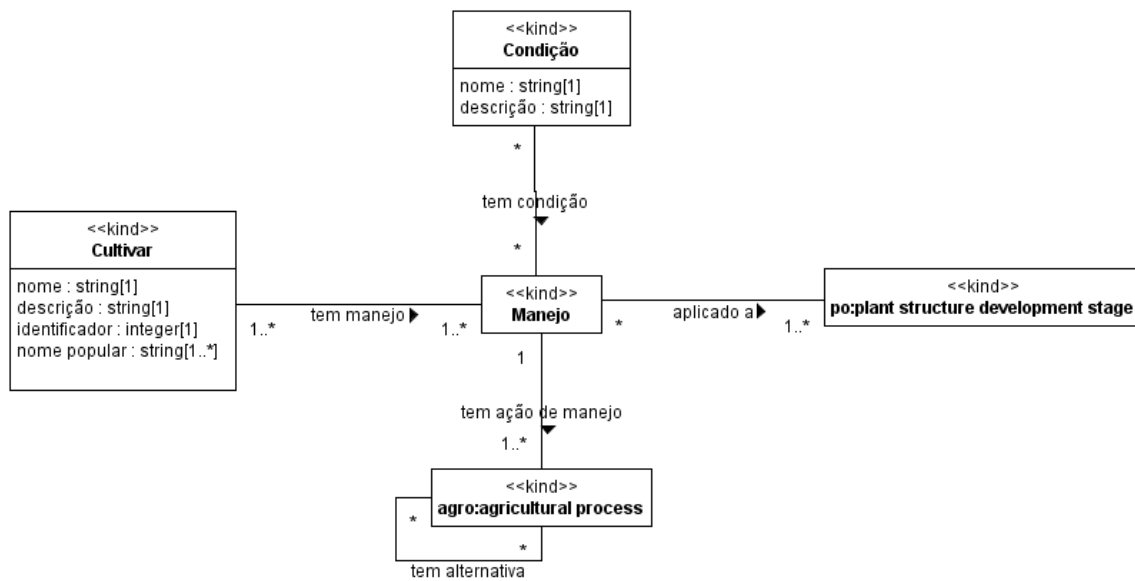


Figura 2. Modelagem básica de práticas de manejo.

plante de mudas) e épocas adequadas de plantio, considerando diferentes regiões geográficas e períodos do ano. Para cada método de plantio, podem ser especificados parâmetros relevantes, como profundidade da cova, tempo de germinação ou forma de propagação das mudas.

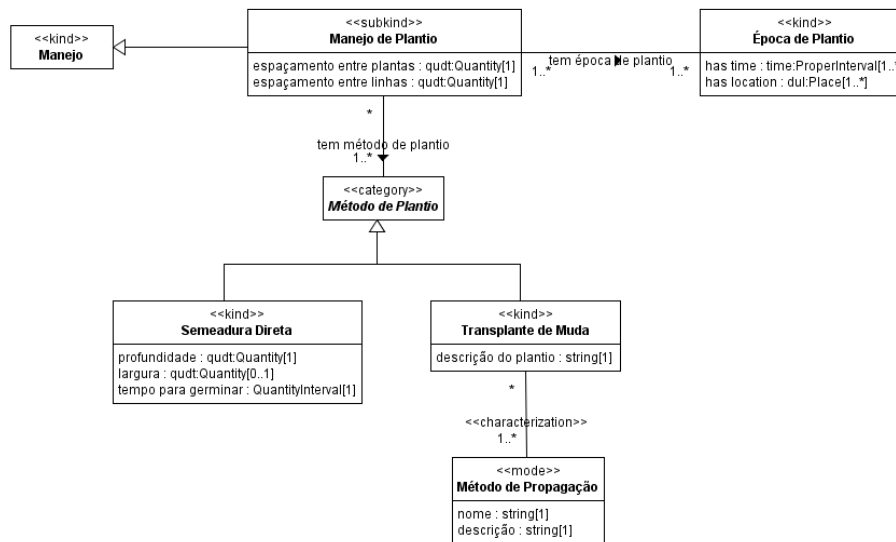


Figura 3. Modelagem de conceitos relacionados ao plantio.

A Figura 4 apresenta a modelagem de produtos e colheita. Um cultivar pode fornecer um ou mais produtos utilizados por seres humanos, representados pela classe *Produto*. Para cada produto, é possível associar características específicas, bem como definir uma ou mais formas de colheita. Critérios de colheita descrevem as condições observáveis que indicam o momento adequado para a colheita, como tamanho ou coloração do produto. A ontologia diferencia ainda a colheita de cultivares anuais e perenes, considerando suas particularidades quanto ao ciclo de vida.

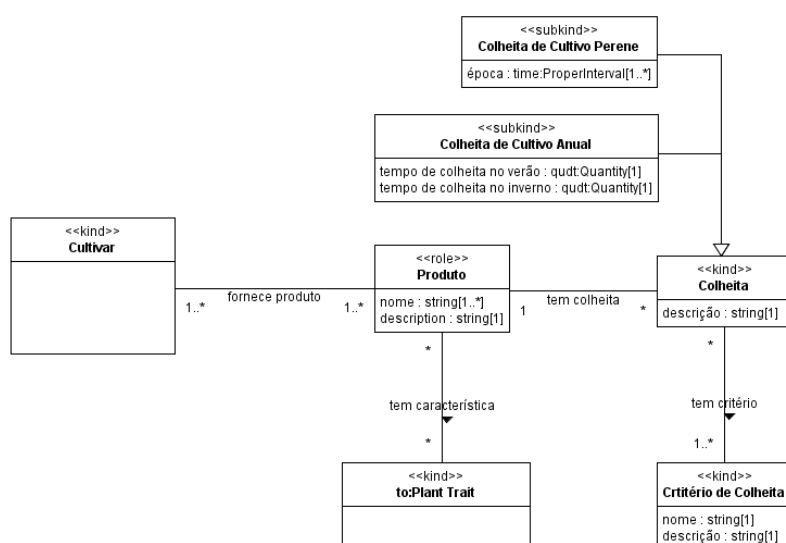


Figura 4. Modelagem de produtos e conceitos relacionados à colheita de cultivos.

A COnTO foi modelada utilizando a linguagem OntoUML [Guizzardi et al. 2018], o que permitiu uma representação conceitual precisa e alinhada aos fundamentos ontológicos. Essa modelagem conceitual serve de base para a implementação da ontologia em RDF/OWL, possibilitando seu uso em bases de conhecimento, consultas SPARQL e mecanismos de inferência voltados ao apoio ao cultivo orgânico em áreas urbanas.

4. Avaliação

A avaliação da ontologia COnTO foi realizada por meio de sua implementação em RDF/OWL e da análise de sua capacidade de representar informações reais sobre cultivos, bem como de responder a consultas típicas do contexto da agricultura orgânica urbana. A abordagem adotada busca demonstrar tanto a expressividade do modelo ontológico quanto sua aplicabilidade como base de conhecimento para apoio à decisão. A ontologia foi implementada utilizando RDF na sintaxe Turtle, com base na ontologia de fundamentação gUFO [Almeida et al. 2019]. A implementação completa está disponível em um repositório público⁸. Uma base de conhecimento em RDF foi construída a partir da ontologia, com base em informações obtidas no Registro Nacional de Cultivares, na Embrapa e na documentação técnica do desenvolvedor do cultivar. O trecho a seguir ilustra de forma simplificada a representação de um cultivar e uma prática de manejo:

```
contodb:c_Itapua202 a conto:Cultivar ;

# Informacoes gerais do cultivar.
conto:hasSpecies contodb:ps_Beterraba ;
conto:commonName "Itapua" ;
conto:description "Variedade de ..."@pt-br ;

# Preferencias deste cultivar
conto:hasPreference contodb:pref_TempPref01 ;
```

⁸Omitido por questões de anonimato.

```

# Manejo
conto:hasManagement contodb:m_Plantio_Beterraba ;

# Produto
conto:providesProduct contodb:p_Beterraba-Itapua .

# Exemplo simplificado de pratica de manejo.

contodb:m_Plantio_Beterraba a conto:PlantingManagement ;
# Espacamentos de plantio.
conto:rowSpacing contodb:quantity-Distancia_30cm ;
conto:plantSpacing contodb:quantity-Distancia_6cm ;

# Metodos de plantio possiveis para o cultivar.
conto:hasPlantingMethod
    contodb:pm_Beterraba-Itapua-Semente ;
conto:hasPlantingMethod contodb:pm_Beterraba-Muda ;

# Epocas de plantio em regioes diferentes.
conto:hasPlantingSeason
    contodb:p_season-Beterraba_1 ;
conto:hasPlantingSeason
    contodb:p_season-Beterraba_2 ;

# Acoes de manejo de plantio.
conto:hasManagementPractice
    contodb:mng_pract_Adubacao-Plantio_Beterraba .

```

As épocas de plantio definidas para o cultivar são especificadas abaixo:

```

# Plantio nas regioes norte , nordeste , centro-oeste e
# sudeste o ano todo.
contodb:p_season-Beterraba_1 a conto:PlantingSeason ;
time:hasTime contodb:time_int-AnoTodo ;
dul:hasLocation contodb:place_Regiao1 ;
dul:hasLocation contodb:place_Regiao2 .

# Plantio na regioao sul dos meses de janeiro a maio , e
# de setembro a dezembro.
contodb:p_season-Beterraba_2 a conto:PlantingSeason ;
time:hasTime contodb:time_int-JaneiroaMaio ;
time:hasTime contodb:time_int-SetembroaDezembro ;
dul:hasLocation contodb:place_Regiao_Sul .

```

Uma ação de manejo foi definida para o cultivar. A listagem abaixo mostra a ação de adubação (que reutiliza classe da ontologia AgrO com processo referente à adubação).

```

contodb:mng_pract_Adubacao-Plantio_Beterraba a agro:01000000 ;
rdfs:label "Adubacao de Plantio da Beterraba"@pt-br ;
dc:description "Usar adubo org..."@pt-br ;
conto:hasAlternative
    contodb:mng_pract_Adub-Plantio_Beterraba_Comp_Organico ;
conto:hasAlternative
    contodb:mng_pract_Adub-Plantio_Beterraba_Esterco_Aves ;
conto:hasAlternative
    contodb:mng_pract_Adub-Plantio_Beterraba_Esterco_Gado .

```

Três tipos de alternativas foram definidos, com três tipos de adubos possíveis. A modelagem de um deles é apresentada na listagem a seguir. Aqui são especificados o tipo de adubo usado e a quantidade.

```
contodb:mng_pract_Adub_Plantio_Beterraba_Esterco_Gado a agro:01000000 ;
  rdfs:label "Adubar com Esterco de Gado"@pt-br ;
  ro:0000057 contodb:adubo_EstercoGado ;
  qudt:hasQuantity contodb:quantity_MassPerArea_3kgm2 .
```

Por fim, o produto do cultivar, a beterraba, foi modelado conforme mostrado abaixo.

```
contodb:p_Beterraba_Itapua a conto:Product , foodon:03317254;
  # Dados gerais do produto
  conto:name "Beterraba Itapua"@pt-br ;
  conto:description "Otima uniformidade..."@pt-br ;

  # Caracteristicas
  conto:hasTrait contodb:carac_Raiz_Forma_RedondaAchatada ;
  conto:hasTrait contodb:carac_Raiz_Cor_RoxaEscura ;
  conto:hasTrait contodb:carac_Raiz_Diametro_6a8cm ;
  conto:hasTrait contodb:carac_Raiz_Peso_200a400g ;

  # Informacoes sobre colheita.
  conto:hasHarvest contodb:harv_Beterraba_Itapua202 .
```

A modelagem de uma das características do fruto é mostrada abaixo, onde se reutilizou um conceito relacionado da ontologia TO:

```
contodb:carac_Raiz_Cor_RoxaEscura a to:0000065 ; # root color
  rdfs:label "Roxo Escura"@pt-br .
```

Informações sobre a colheita do cultivar foram representadas por um indivíduo da classe *Colheita de Cultivo Anual*, como mostrado na listagem abaixo. Aqui, dois indivíduos da classe *Quantity* de QUDT representam os tempos estimados de colheita, em dias, no verão e no inverno. Há também a definição de um critério de colheita, mostrado na listagem a seguir.

```
contodb:harv_Beterraba_Itapua202 a conto:AnnualCropHarvest ;
  conto:timeToHarvest_Summer contodb:quantity_Tempo_60d ;
  conto:timeToHarvest_Winter contodb:quantity_Tempo_75d ;
  conto:description "Retirar a ..."@pt-br ;
  conto:hasCriterion contodb:harv_crit_Beterraba_Itapua .

contodb:harv_crit_Beterraba_Itapua a conto:HarvestCriterion ;
  conto:name "Tamanho da raiz"@pt-br ;
  conto:description "Diametro da raiz de 6 a 8 cm."@pt-br .
```

O exemplo de modelagem apresentado demonstra que a COnto é capaz de representar, de forma integrada, informações essenciais sobre espécies, cultivares e práticas de manejo no contexto da agricultura orgânica urbana. A seguir, são apresentadas consultas SPARQL representativas que ilustram como a ontologia pode ser utilizada para responder a perguntas frequentes de agricultores urbanos.

Q1. Em que época posso plantar determinado produto e quais cultivares devo utilizar?

```

SELECT DISTINCT ?nome_cultivar ?tempo

WHERE {
  ?cult conto:providesProduct ?prod .
  ?prod rdfs:label ?prod_name .
  ?cult skos:prefLabel ?nome_cultivar .
  ?cult conto:hasManagement ?plantio .
  ?plantio conto:hasPlantingSeason ?epoca .
  ?epoca dul:hasLocation REGIAO .
  ?epoca time:hasTime ?tempo
  FILTER regex(?prod_name, NOME_PRODUTO, "i" )
}

```

Q2. O que posso plantar em determinada época e região geográfica?

```

SELECT ?prod_name ?nome_cultivar
WHERE {
  ?cult conto:providesProduct ?prod .
  ?prod rdfs:label ?prod_name .
  ?cult skos:prefLabel ?nome_cultivar .
  ?cult conto:hasManagement ?plantio .
  ?plantio conto:hasPlantingSeason ?epoca .
  ?epoca dul:hasLocation REGIAO .
  ?epoca time:hasTime ?mes .
  ?mes time:inDateTime MES .
}

```

Q3. Quais são os cultivares disponíveis para um produto?

```

SELECT DISTINCT ?nome_cultivar
WHERE {
  ?cult conto:providesProduct ?prod .
  ?prod rdfs:label ?prod_name .
  ?cult skos:prefLabel ?nome_cultivar .
  FILTER regex(?prod_name, NOME_PRODUTO, "i" )
}

```

Q4. Quais são as preferências de um cultivar?

```

SELECT ?pref_label ?min ?max ?unidade
WHERE {
  CULTIVAR conto:hasPreference ?pref .
  ?pref a ?pref_class .
  ?pref_class rdfs:label ?pref_label .
  ?pref qudt:hasQuantity ?quant .
  ?quant qudt:quantityValue ?qv .
  ?qv qudt:minInclusive ?min .
  ?qv qudt:maxInclusive ?max .
  ?qv qudt:hasUnit ?unidade .
  FILTER (lang(?pref_label) = "pt-br")
}

```

Os resultados indicam que a COnTo permite estruturar e recuperar informações essenciais ao cultivo orgânico urbano, como épocas de plantio, práticas de manejo e exigências ambientais, por meio de consultas semânticas. Tal capacidade favorece o desenvolvimento de sistemas de recomendação que apoiem decisões adequadas às condições locais, contribuindo para a otimização de recursos e para a promoção de práticas agroecológicas sustentáveis no contexto urbano.

5. Conclusão

Este trabalho apresentou uma proposta inicial da COnTo, uma ontologia destinada à modelagem de plantas e cultivares no contexto da agricultura orgânica urbana e periurbana, concebida como parte de um projeto

de pesquisa de maior abrangência voltado ao desenvolvimento de soluções baseadas em TICs. A ontologia estrutura, de forma integrada, conceitos relativos a espécies vegetais, cultivares, condições ambientais e práticas de plantio, manejo e colheita, com base no reuso de modelos consolidados da literatura. Sua aplicabilidade foi ilustrada por meio de um estudo de caso e de consultas SPARQL, evidenciando a capacidade do modelo de organizar e recuperar informações relevantes ao cultivo orgânico em ambientes urbanos.

Os resultados obtidos, ainda em caráter preliminar, indicam que a COnTO estabelece uma base semântica consistente e extensível para o desenvolvimento futuro de sistemas de apoio ao planejamento e à gestão de hortas urbanas orgânicas. Ademais, a estrutura proposta mostra-se compatível com a incorporação de mecanismos de inferência e com a expansão gradual da base de conhecimento. Como desdobramentos, prevê-se a ampliação do escopo ontológico com a inclusão de novos cultivares e espécies, bem como a integração de modelos relativos a pragas, interações ecológicas e regras de recomendação mais sofisticadas, fortalecendo sua contribuição como infraestrutura conceitual para aplicações computacionais no domínio.

Agradecimentos Este estudo foi parcialmente financiado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), por meio da chamada CNPq/MCTI Nº 10/2023 e pelos projetos n. 402.086/2023-6 e 306.695/2022-7.

Declaração Os autores não têm interesses conflitantes relevantes a declarar relativos ao conteúdo deste artigo. Durante a elaboração deste artigo, foram utilizados LLMs para auxiliar na edição e na condensação de trabalhos acadêmicos dos autores. O texto foi refinado posteriormente com o Grammarly. Tal uso e este reconhecimento estão em conformidade com as diretrizes éticas para o uso de IA generativa em pesquisa acadêmica. Os autores desenvolveram o trabalho por inteiro, que foi minuciosamente verificado quanto à precisão, e assumem a responsabilidade pela integridade de suas contribuições. Este texto foi condensado e publicado como artigo curto no Simpósio Brasileiro de Bancos de Dados (SBBBD 2026) [Nascimento et al. 2026].

Referências

- Almeida, J., Guizzardi, G., Falbo, R., and Sales, T. P. (2019). gufo: a lightweight implementation of the unified foundational ontology (ufo). URL <http://purl.org/nemo/doc/gufo>.
- Arnaud, E., Hazekamp, T., Laporte, M.-A., Antezana, E., Andres Hernandez, L., Pot, D., Shrestha, R., Dreher, K., Castiblanco, V., Menda, N., et al. (2022). Crop ontology governance and stewardship framework.
- Azevedo, F. F. d., Perxacs, H., and Alió, M. À. (2020). Dimensão social da agricultura urbana e periurbana. *Mercator*, 19.
- Bhuyan, B. P., Tomar, R., and Cherif, A. R. (2022). A systematic review of knowledge representation techniques in smart agriculture (urban). *Sustainability*, 14(22):15249.
- Caracciolo, C., Stellato, A., Morshed, A., Johannsen, G., Rajbhandari, S., Jaques, Y., and Keizer, J. (2013). The agrovoc linked dataset. *Semantic Web*, 4(3):341–348.
- Chollet, N., Bouchemal, N., and Ramdane-Cherif, A. (2023). Iot-enabled agroecology: Advancing sustainable smart farming through knowledge-based reasoning. In *KEOD*, pages 190–199.
- Curan, R. M. and Marques, P. E. M. (2021). Multifuncionalidade da agricultura urbana e periurbana: uma revisão sistemática. *Estudos Avançados*, 35:209–224.
- Drury, B., Fernandes, R., Moura, M.-F., and de Andrade Lopes, A. (2019). A survey of semantic web technology for agriculture. *Information Processing in Agriculture*, 6(4):487–501.
- Guizzardi, G., Fonseca, C., Benevides, A. B., Almeida, J., Porello, D., and Sales, T. (2018). Endurant types in ontology-driven conceptual modeling: Towards ontouml 2.0. In *Conceptual Modeling - 37th International Conference, ER 2018*, volume 11157 of *Lecture Notes in Computer Science*, pages 136–150. Springer.
- Horticulturae, S. (2009). International code of nomenclature for cultivated plants.

- Lichtnow, D., Fleischmann, A. M. P., Nascimento, L. V. d., Machado, G. M., and Oliveira, J. P. M. d. (2025). Pipeline for ontology construction using a large language model: A smart campus use case. In *Proceedings of the 27th International Conference on Enterprise Information Systems (ICEIS 2025)*, volume 2, pages 97–104.
- Mooz, E. D. and Silva, M. V. d. (2014). Disponibilidade de alimentos orgânicos no brasil: caracterização sociodemográfica das famílias consumidoras. *Hig. aliment*, pages 126–130.
- Nascimento, L., de Oliveira, J. P. M., Kruger, F., and Rosa, J. I. (2026). Uma ontologia para suporte a agricultura orgânica e agroecológica em Áreas urbanas. In *SBBD 2026 - Short Papers*.
- Noy, N. F., McGuinness, D. L., et al. (2001). Ontology development 101: A guide to creating your first ontology.
- Shrestha, R., Matteis, L., Skofic, M., Portugal, A., McLaren, G., Hyman, G., and Arnaud, E. (2012). Bridging the phenotypic and genetic data useful for integrated breeding through a data annotation using the crop ontology developed by the crop communities of practice. *Frontiers in physiology*, 3:326.