

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE COMPUTAÇÃO  
CURSO DE BACHARELADO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

**LUÍS FERNANDO CAVALCANTE DOS SANTOS**

**MODELO DE CONTEXTO PARA RECOMENDAÇÃO  
DE ROTAS BASEADA EM INTERESSE**

MONOGRAFIA

**CAMPO MOURÃO**

**2016**

**LUÍS FERNANDO CAVALCANTE DOS SANTOS**

**MODELO DE CONTEXTO PARA RECOMENDAÇÃO  
DE ROTAS BASEADA EM INTERESSE**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação apresentado à disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso 2, do Curso de Bacharelado em Ciência da Computação do Departamento Acadêmico de Computação da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Ciência da Computação.

Orientador: Prof<sup>a</sup>. Me. Ana Paula Chaves  
Steinmacher

**CAMPO MOURÃO**

**2016**



## ATA DA DEFESA DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Às dezoito horas e trinta minutos do dia vinte e três de novembro de dois mil e dezesseis foi realizada no Miniauditório de EAD a sessão pública da defesa do Trabalho de Conclusão do Curso de Bacharelado em Ciência da Computação do acadêmico **Luís Fernando Cavalcante dos Santos** com o título **Modelo de contexto para recomendação de rotas baseado em interesse**. Estavam presentes, além do acadêmico, os membros da banca examinadora composta pela professora Me. Ana Paula Chaves Steinmacher (Orientadora-Presidente), pelo professor Dr. Rodrigo Campiolo e pelo professor Me. André Luis Schwerz. Inicialmente, o aluno fez a apresentação do seu trabalho, sendo, em seguida, arguido pela banca examinadora. Após as arguições, sem a presença do acadêmico, a banca examinadora o considerou **aprovado** na disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso e atribuiu, em consenso, a nota 8,5 (oito e meio). Este resultado foi comunicado ao acadêmico e aos presentes na sessão pública. A banca examinadora também comunicou ao acadêmico que este resultado fica condicionado à entrega da versão final dentro dos padrões e da documentação exigida pela UTFPR ao professor Responsável do TCC no prazo de onze dias. Em seguida foi encerrada a sessão e, para constar, foi lavrada a presente Ata que segue assinada pelos membros da banca examinadora, após lida e considerada conforme.

Observações:

---

---

---

---

Campo Mourão, 23 de novembro de 2016

Prof. Dr. Rodrigo Campiolo  
Membro

Prof. Me. André Luis Schwerz  
Membro

Prof<sup>a</sup>. Me. Ana Paula Chaves Steinmacher  
Orientador

A ata de defesa assinada encontra-se na coordenação do curso.

# Agradecimentos

---

A Universidade Tecnológica Federal do Paraná, pela oportunidade de fazer o curso.

A minha orientadora Ana Paula, pelo suporte, pelas suas correções e incentivos.

Aos meus pais, pelo amor, incentivo e apoio incondicional.

A todos que direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação, o meu muito obrigado.

# Resumo

---

Santos, Luís Fernando Cavalcante. Modelo de Contexto para Recomendação de Rotas Baseada em Interesse. 2016. 65. f. Monografia (Curso de Bacharelado em Ciência da Computação), Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, 2016.

**Contexto:** frequentemente recomendadores de rotas são utilizados pelas pessoas, porém, esses recomendadores não consideram elementos contextuais na hora de recomendar, garantindo apenas que a rota de menor distância ou de melhores condições na via. Porém, faltam recomendadores que considerem os interesses dos usuários e o contexto para gerarem rotas que possam tirar o usuário da rotina, recomendando rotas que possuam locais que sejam do interesse do usuário, garantindo um percurso mais confortável ao usuário.

**Objetivo:** desenvolver um modelo contextual que durante uma recomendação de rotas considere interesses do usuário de maneira dinâmica. Portanto, com o modelo contextual é possível projetar um conjunto de comportamentos que, dado um determinado contexto do usuário, seja capaz de inferir preferências por uma rota ou outra.

**Método:** primeiramente foi identificado na literatura, quais os interesses dos usuários e informações contextuais são relevantes para sistemas de recomendação. Em seguida o modelo contextual foi construído para representar o comportamento dinâmico do sistema de acordo com os interesses de cada usuário. Com isso os comportamentos produzidos foram representados em regras com base na ferramenta Drools. A partir dessa representação, foi possível realizar uma prova de conceito por meio da ferramenta Drools, a fim de exemplificar a funcionalidade dos modelos comportamentais gerados neste trabalho.

**Resultados:** os modelos comportamentais foram gerados de forma a serem flexíveis, para que futuramente novos elementos contextuais possam ser inseridos.

**Conclusões:** apesar de existirem algumas carências, elas podem ser supridas para aperfeiçoar os modelos contextuais gerados, pois quanto mais elementos contextuais forem inseridos no modelo de contexto, mais o sistema estará próximo de ser um sistema personalizado.

**Palavras-chaves:** Modelo Contextual. Personalizado. Recomendador de Rotas. Interesses

# Abstract

---

Santos, Luís Fernando Cavalcante. Context Model for Recommendation of Routes Based on Interest. 2016. 65. f. Monograph (Undergraduate Program in Computer Science), Federal University of Technology – Paraná. Campo Mourão, PR, Brazil, 2016.

**Context:** Route advisers are often used by people, but these advisers do not consider contextual elements when recommending, ensuring only that the route of least distance or better road conditions. However, there is a lack of recommendations that consider users' interests and the context to generate routes that can take users out of the routine, recommending routes that have places that are of interest to the user, guaranteeing a more comfortable route to the user.

**Objective:** to develop a contextual model that dynamically considers user interests during a route recommendation. Therefore, with the contextual model it is possible to design a set of behaviors that, given a given context of the user, is able to infer preferences by one route or another.

**Method:** was first identified in the literature, which user interests and contextual information are relevant to referral systems. Then the contextual model was constructed to represent the dynamic behavior of the system according to the interests of each user. Thus the behaviors produced were represented in rules based on the Drools tool. From this representation, it was possible to perform a proof of concept through the Drools tool, in order to exemplify the functionality of the behavioral models generated in this work.

**Results:** the behavioral models were generated in order to be flexible, so that new contextual elements could be inserted in the future.

**Conclusions:** Although there are some shortcomings, they can be supplied to improve the contextual models generated, because the more contextual elements are inserted in the context model, the more the system will be close to being a custom system.

**Keywords:** Contextual Model. Personalized. Routes Recommender. Interests

# Lista de figuras

---

2.1	Modelo conceitual de contexto para o domínio de missões acadêmicas (VIEIRA, 2008). . . . .	16
2.2	Exemplo de um grafo contextual para a tarefa reservar transporte usando os conceitos do metamodelo de contexto (VIEIRA et al., 2009). . . . .	17
3.1	Visão geral do método . . . . .	19
3.2	Subatividades do <i>CSS Design Process</i> para: especificação de contexto (S), projeto do gerenciamento do contexto (M) e projeto do uso do contexto (U) - adaptado de (VIEIRA et al., 2011). . . . .	28
3.3	Modelo estrutural de contexto para recomendação de rotas turísticas. . . . .	32
3.4	Modelo estrutural de contexto para recomendação de rotas não turísticas. . . . .	33
3.5	Modelo comportamental para as recomendações turísticas . . . . .	37
3.6	Modelo comportamental para as recomendações não turísticas . . . . .	38
4.1	Primeira parte do modelo comportamental . . . . .	41
4.2	Segunda parte do modelo comportamental . . . . .	42
4.3	Terceira parte do modelo comportamental - representação do modelo não turístico . . . . .	42
4.4	Quarta parte do modelo comportamental . . . . .	43
4.5	Requisição para a recomendação de rotas do cenário . . . . .	45

# Lista de tabelas

---

3.1	Artigos relacionados a sistemas para recomendação de rotas . . . . .	21
3.2	Classificação de contexto . . . . .	22
3.3	<i>Framework</i> conceitual - recomendação turística e não turística . . . . .	24
3.4	Entidades e elementos contextuais para as recomendações turísticas e não turísticas . . . . .	31
4.1	Informações dos POIs referentes a rota avenida perimetral tancredo neves . .	45
4.2	Informações dos POIs referentes a rota avenida goioerê . . . . .	46
4.3	Informações dos POIs referentes a rota avenida joão bento . . . . .	46



# Sumário

---

<b>1</b>	<b>Introdução</b>	<b>8</b>
<b>2</b>	<b>Referencial Teórico</b>	<b>11</b>
2.1	Interesses e Perfil de Usuário . . . . .	11
2.2	Contexto e Elemento de Contexto . . . . .	12
2.3	Metamodelo de Contexto . . . . .	13
<b>3</b>	<b>Método</b>	<b>19</b>
3.1	Survey da Literatura . . . . .	20
3.1.1	<i>Framework</i> Conceitual . . . . .	25
3.2	Modelagem de Contexto . . . . .	27
3.2.1	Especificação de Contexto (S) . . . . .	28
3.2.2	Projeto do Gerenciamento do Contexto (M) . . . . .	31
3.2.3	Projeto do Uso do Contexto (U) . . . . .	36
3.3	Representação de Contexto . . . . .	36
3.3.1	Tradução das Regras para o Formato da Drools . . . . .	38
<b>4</b>	<b>Resultados e Discussões</b>	<b>40</b>
4.1	Modelo de Contexto . . . . .	40
4.1.1	Limitações . . . . .	44
4.2	Prova de Conceito . . . . .	44
<b>5</b>	<b>Conclusões</b>	<b>48</b>
	<b>Apêndices</b>	<b>50</b>
I	Regras Implementadas na Ferramenta Drools . . . . .	51
II	Arquivo JSON Com os Dados do Ambiente . . . . .	56
III	Arquivo JSON Com os Dados do Perfil do Usuário . . . . .	57
IV	Arquivo JSON Com os Dados das Rotas . . . . .	58
V	Arquivo JSON Gerado Como Resultado . . . . .	61
	<b>Referências</b>	<b>62</b>

---

## Introdução

---

Sistemas para recomendação de rotas estão cada vez mais fazendo parte da vida das pessoas, seja para informar rotas com um menor congestionamento ou para informar a rota mais curta até o destino. O número de usuários de aplicativos como Google Maps<sup>1</sup> e Waze<sup>2</sup> estão em constante crescimento, com isso, os sistemas vêm sendo aperfeiçoados para melhorar a recomendação, com mais informações a respeito da rota, como a qualidade da rua.

Porém, os sistemas de recomendação de rotas ainda não consideram interesses individuais para a recomendação, por exemplo, para uma mesma coordenada de destino e origem fornecida por dois usuários com gostos diferentes, a rota recomendado será idêntica. Contudo, as pessoas possuem interesses distintos e, com isso, surge a preocupação em gerar diferentes rotas com base no perfil de cada usuário (BALLATORE; BERTOLOTTO, 2015; CAMPIGOTTO et al., 2016). Recentemente, novos fatores vêm sendo considerados pelos pesquisadores, como restrições do local (origem, destino, pontos de interesse etc.), restrições de tempo e de interesses do usuário com a finalidade de gerar recomendações de rotas personalizadas (CHEN et al., 2015). Os trabalhos em geral, consideram como interesse elementos contextuais relacionados às condições das vias e de trânsito, por exemplo, distância e tempo (CAMPIGOTTO et al., 2016).

Com a preocupação em efetuar recomendações personalizadas, diversas abordagens para recomendação de rotas vêm sendo pesquisadas. Recentemente interesses dos usuários (tipo de comida preferida, tipos de locais que frequenta, horários de alimentação, etc) têm sido considerados. Com isso, é possível usar, por exemplo, algoritmos de filtragem colaborativa para recomendar pontos de interesse. A recomendação em redes sociais baseada em localização (LBSN – *Location-Based Social Networks*) utiliza informações de redes sociais e a localização física do usuário para enriquecer suas recomendações, por exemplo, extrair informações do

---

<sup>1</sup> <https://maps.google.com>

<sup>2</sup> <https://www.waze.com>

tipo de comida em uma lanchonete cadastrada no Foursquare<sup>3</sup> e comparar com o interesse do usuário e seu histórico de locais visitados para gerar uma recomendação, similar ao sistema proposto por Bao et al. (2012).

Entretanto, esses trabalhos ainda possuem um enfoque mínimo relacionado ao contexto dinâmico, que inclui localização atual do usuário, humor, a atividade que está realizando no momento (por exemplo, em férias, horário de trabalho ou de descanso) e condições ambientais (como temperatura e velocidade do vento) (BAO et al., 2015). Muitos sistemas não consideram o meio de transporte (KURASHIMA et al., 2010; YANG; HWANG, 2013; CHEN et al., 2015; PARK et al., 2007). Alguns consideram *check-ins* individuais e de amigos para a recomendação e, por outro lado, não consideram para uma nova recomendação em quais situações um local foi visitado anteriormente, como por exemplo, no verão, o usuário e seus amigos sempre frequentaram um clube, logo, sempre que for verão, os sistemas poderiam recomendar novos clubes (YING et al., 2012; SAVAGE et al., 2012).

Objetiva-se nesta pesquisa desenvolver um modelo contextual de recomendação que considere interesses do usuário de maneira dinâmica para a recomendação da rota. Em outras palavras, a intenção do modelo é projetar um conjunto de comportamentos que, dado um determinado contexto do usuário, seja capaz de inferir preferências por uma rota ou outra. Para isso, o trabalho se divide em três partes. A primeira consiste em identificar na literatura, quais são os interesses dos usuários e informações contextuais relevantes para sistemas de recomendação. A segunda tem por finalidade construir o modelo contextual para representar o comportamento dinâmico do sistema de acordo com os interesses de cada usuário. Na terceira, os comportamentos produzidos pela modelagem foram representados em regras escritas com base na ferramenta Drools. A partir dessa representação, foi possível realizar uma prova de conceito a fim de exemplificar a funcionalidade dos modelos comportamentais gerados neste trabalho.

O modelo contextual foi gerado com base no metamodelo CEManTIKA (*Contextual Elements Modeling and Management through Incremental Knowledge Acquisition*), proposto por Vieira (2008). Esse metamodelo foi adotado pelo fato de se basear na UML (Unified Modeling Language), o que facilita a leitura e o entendimento, além de que, pode ser facilmente modelado utilizando quaisquer ferramentas UML disponíveis. Os comportamentos foram representados utilizando a Drools<sup>4</sup> pois provê um núcleo de motores de regras que facilita a representação do comportamento.

Este documento está organizado em cinco Capítulos. O Capítulo 1 descreve a introdução do presente trabalho. No Capítulo 2, é feito um estudo sobre os conceitos que serviram de base para o entendimento deste trabalho. No Capítulo 3, o método para o desenvolvimento é abordado em detalhes. O Capítulo 4 apresenta os dois principais resultados

---

<sup>3</sup> <https://pt.foursquare.com/>

<sup>4</sup> <https://www.drools.org>

e as discussões acerca deste trabalho. Posteriormente o Capítulo 5 descreve as conclusões.

---

## Referencial Teórico

---

Neste capítulo são apresentados os conceitos fundamentais para o entendimento deste trabalho. A Seção 2.1 apresenta uma explicação sobre interesses e perfil de usuários. A Seção 2.2 define o que é contexto e elemento de contexto. Por fim, a Seção 2.3 apresenta a explicação do metamodelo que é utilizado para o desenvolvimento deste trabalho.

### 2.1. Interesses e Perfil de Usuário

Segundo Asendorpf (2004), **interesses** são atividades consideradas atrativas ou não para cada pessoa, por exemplo, uma pessoa pode achar atrativo frequentar lojas de roupas, então, frequentar lojas de roupas é do interesse dessa pessoa. Os interesses são úteis para a recomendação de rotas, pois possibilitam filtrar rotas e locais que são do interesse do usuário. Como as pessoas podem ter interesses diversos, há a possibilidade de uma pessoa preferir um interesse em detrimento de outro de acordo com a situação. Nesse caso, a escolha do melhor interesse para aquele momento é chamada de **preferência**.

Segundo Brafman e Domshlak (2009), as preferências são relações entre um conjunto de possíveis escolhas, de forma a ordenar que uma escolha mais atraente preceda a uma menos desejável. O perfil de usuário é, em geral, uma ferramenta útil para identificar interesses e preferências. Kodama et al. (2009) considera **perfil de usuário** como um processo inicial em que o usuário deve fornecer dados relacionados a seus interesses e preferências de acordo com categorias predefinidas, como tipos de comida que gosta e/ou preços que esteja disposto a pagar.

Especificamente para sistemas de recomendação, existem diversas técnicas para adquirir os interesses do usuário. Por exemplo, Baltrunas et al. (2012) definem que em sistemas de recomendação baseado em filtragem colaborativa, os interesses de usuários são expressos por meio de avaliações feitas pelos usuários de um determinado item (por exemplo,

avaliação de um restaurante). Assim, é possível capturar quais são os locais de maior interesse do usuário de acordo com as avaliações feitas por usuários com perfis semelhantes. Alguns sistemas simples de recomendações personalizadas solicitam que os usuários especifiquem manualmente seus interesses por categorias (como tipos de comida, locais para visitar) (KODAMA et al., 2009; PARK et al., 2007).

Muitos sistemas utilizam informações de perfil, interesses e preferências para recomendar lugares, como será destacado na Seção 3.1. Porém, poucos utilizam para a recomendação de rotas e, quando utilizam, consideram preferências e interesses estáticos. O contexto, nesse aspecto, é importante para relacionar os interesses às preferências dinâmicas dos usuários, melhorando os aspectos da recomendação.

A próxima Seção explica o que é o contexto e como é considerado em sistemas de recomendação de rotas.

## 2.2. Contexto e Elemento de Contexto

São encontradas diversas definições na literatura sobre contexto, porém, a definição clássica e mais referenciada é a proposta por Dey et al. (2001), que define **contexto** como “qualquer informação que caracteriza a situação de uma entidade”. Entidade, de acordo com o autor, é uma pessoa, lugar ou objeto considerado relevante para a interação entre uma pessoa e uma aplicação. Existe também o termo **elemento contextual**, que se refere a dados, informações ou conhecimento, que podem ser utilizados para definir o contexto de uma entidade (VIEIRA et al., 2007).

Para Vieira et al. (2009), contexto é o que está por trás da habilidade de discriminar o que é ou não importante em um dado momento e, portanto, garante o auxílio a indivíduos para melhorar a qualidade de conversação e a compreender certas situações, ações ou eventos. Usando como exemplo, é o contexto que nos faz ficar em silêncio em uma sala de espera de uma clínica, do mesmo modo que nos permite gritar em um campo de futebol.

Em sistemas computacionais, Vieira et al. (2009) aproveitam para descrever a importância do contexto, pois, sistemas que compreendem o contexto podem se adaptar, mudar suas ações, a forma como interage e até mesmo o modo como informam situações aos usuários. Esses sistemas recebem o nome de sistemas sensíveis ao contexto (SSC).

O contexto em sistemas de recomendação de rotas tem sido usado para garantir não só uma recomendação com base em interesses dos usuários, mas sim, com base no interesse de acordo com determinada situação que ocorre no ambiente, por exemplo, um usuário tem interesse em parques, no entanto, se estiver chovendo essa não é a recomendação ideal. Por exemplo, para a recomendação, Barranco et al. (2012) consideram a direção em que o usuário está se locomovendo, a partir disso, são recomendados os pontos de interesses que estejam apenas nesse sentido. Gavalas et al. (2012) utiliza as horas, a localização física do usuário e o

local de hospedagem, a fim de recomendar itinerários. Contudo, o contexto ainda é pouco explorado, porém, quanto mais se estudar e souber sobre o contexto dos usuários, melhor serão as recomendações, pois, personalizar as recomendações as tornam mais adequadas para cada tipo de usuário (BALLATORE; BERTOLOTTI, 2015). Essa questão é melhor abordada na Seção 2.3.

## 2.3. Metamodelo de Contexto

Vieira et al. (2011) afirmam que metamodelos de contexto definem a linguagem e a semântica dos principais conceitos que devem ser considerados para a construção de um modelo de contexto. Os metamodelos provêm novos elementos de modelagem relacionados ao contexto, com isso, fornecem uma infraestrutura conceitual para auxiliar a geração de modelos de contexto.

O metamodelo utilizado nesse trabalho é concretizado no *framework* CEManTIKA (*Contextual Elements Modeling and Management through Incremental Knowledge Acquisition*) proposto por Vieira et al. (2007), Vieira (2008), Vieira et al. (2009), que oferece suporte à modelagem de aspectos dinâmicos e estáticos do contexto no desenvolvimento de sistemas sensíveis ao contexto.

Para auxiliar a representação gráfica dos conceitos, o *framework* CEManTIKA herda uma especificação UML, por meio da notação de Diagramas de Classe, Casos de Uso e Diagramas de Atividade, logo, o metamodelo de contexto está associado ao Metamodelo da UML disponível na especificação 2.0 da UML (OMG, 2007). O metamodelo de contexto é dividido em dois pacotes principais que organizam os conceitos em duas categorias de modelagem: estrutural, que descreve os conceitos relacionados aos elementos estruturais e conceituais de um sistema sensível ao contexto; e comportamental, que contém conceitos relacionados aos aspectos comportamentais e dinâmicos de um sistema sensível ao contexto.

Para um melhor entendimento sobre os pacotes do metamodelo de contexto, Vieira et al. (2011) propõem um cenário de missões acadêmicas. Uma missão acadêmica é qualquer evento científico ou acadêmico em que podem participar pesquisadores, professores e alunos (exemplo, conferência, estágio, reunião ou *workshop*). Tais missões possuem diversas características, como duração, localização e tarefas que devem ser realizadas a fim de garantir a ida do participante ao local da missão (exemplo, registrar no evento, buscar apoio financeiro, reservar passagem e hotel). Participantes distintos podem vir a executar diferentes passos e preencher diferentes requisitos ao planejar a ida a uma missão. Por exemplo, em uma universidade, os recursos disponíveis (por exemplo, apoio financeiro) e os requisitos a serem preenchidos são bastante distintos para um professor e para um aluno.

Para a modelagem da estrutura do sistema, os seguintes conceitos são utilizados (VIEIRA, 2008):

- *ContextualEntity* (entidade contextual): uma entidade representa um objeto concreto do mundo real podendo ser identificado distintamente, e é relevante para descrever o domínio. Também classifica indivíduos com características similares e possui descrições desses indivíduos por meio de atributos embutidos. Alguns exemplos de entidades no domínio de missões acadêmicas são: *Pessoa*, *Professor*, *Aluno*, *Missão* e *Hotel*. No metamodelo de contexto, uma entidade contextual representa as entidades do modelo da aplicação que devem ser consideradas para propósitos de manipulação das informações contextuais. Uma entidade contextual é caracterizada por, pelo menos, um elemento contextual.
- *ContextualElement* (elemento contextual): Um elemento contextual representa uma propriedade que caracteriza uma entidade contextual. Propriedades são relações binárias que conectam dois indivíduos (ou um indivíduo com ele mesmo) ou um indivíduo a um valor de dado. A partir disso, o primeiro tipo de propriedade é denominado relacionamento e o segundo tipo é denominado atributo. Para melhor entender, a seguir são definidos alguns exemplos de elementos contextuais no cenário de missões acadêmicas. Elementos contextuais associados à entidade *Aluno* incluem *idade*, *sexo*, *nivelAcademico*, *orientador* e *localOndeMora*. Por outro lado, para a entidade *Missão*, alguns elementos contextuais são: *localRealizacao*, *duracao*, *tipo*, *dataInicio*, *dataFim*. É importante saber que todo elemento contextual deve estar associado a uma entidade contextual, no entanto, nem todas as propriedades dessa entidade são, necessariamente, elementos contextuais. O critério para indicar se uma propriedade é um elemento contextual é subjetivo e depende dos requisitos de contexto definidos para o Sistema Sensível ao Contexto.
- *ContextType* (tipo de contexto): Vieira (2008) cita que alguns autores argumentam a necessidade de categorizar os elementos contextuais de acordo com o tipo de informação que fornece, a fim de facilitar a sua identificação e uso. A classificação 5W indica se um elemento contextual está relacionado com uma das seguintes questões: *who*(identidade), *what*(atividade), *when*(tempo), *where*(localização) e *why*(motivação). O tipo de atributo permite informar essa classificação para o elemento contextual. Por exemplo, o elemento contextual *Person.livingLocation* é do tipo *where* e o *Mission.duration* é do tipo *when*.
- *Focus* (foco): no momento em que uma pessoa está realizando alguma ação é definido que o seu foco atual é a execução daquele passo específico, o qual está relacionado à finalização de alguma tarefa. Vieira (2008) define foco como a associação de uma *Tarefa* a um *Agente*, o qual assume um determinado papel na execução dessa tarefa. Aplicando esse conceito no domínio das missões acadêmicas, um agente *Professor* ao planejar uma missão pode realizar as seguintes tarefas: *Requisitar Ajuda Financeira*, *Reservar Hotel*, *Reservar Passagens*, *Prestar Contas*. Sempre que um agente inicia a execução de uma tarefa no sistema sensível ao contexto a tupla  $\langle \textit{Agente}; \textit{Tarefa} \rangle$



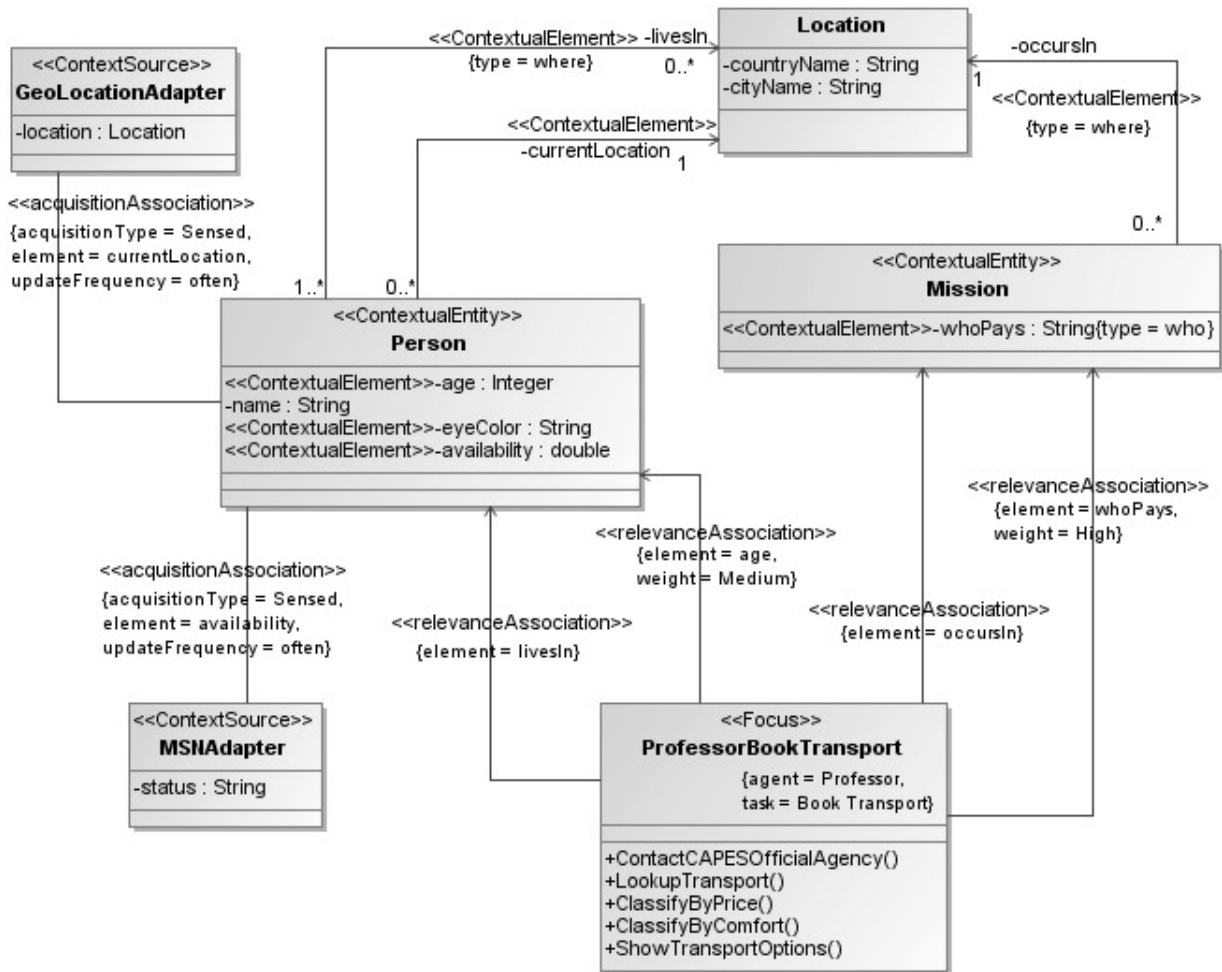
constitui um foco diferente.

- *ContextSource* (fonte de contexto): uma característica de sistemas sensíveis ao contexto é que os valores de um elemento contextual podem originar de fontes heterogêneas, e que em muitas vezes são externas ao sistema. Portanto, o modelo de contexto deve permitir indicar essas fontes de contexto e os elementos contextuais que elas podem prover. Com isso, por exemplo, no domínio de missões acadêmicas fontes de contexto internas ao sistema sensível ao contexto incluem: perfil do participante, formulário de missões acadêmicas e histórico de missões do participante. Por outro lado, exemplos de fontes externas são: página do evento associado à missão e serviço de informações turísticas. Outras características que podem ser atribuídas às fontes de contexto com relação à aquisição dos elementos contextuais são: o tipo da aquisição (*percebido, derivado, informado pelo usuário* ou *consultado*) e a frequência de atualização (*frequentemente, raramente, nunca*).

O metamodelo propõe o uso de extensões ao modelo conceitual de classes da UML para auxiliar a modelagem da estrutura dos elementos contextuais. A Figura 2.1 ilustra o modelo conceitual de contexto para o domínio de missões acadêmicas. Os estereótipos nas classes e relacionamentos representam os conceitos definidos no metamodelo.

Por outro lado, o metamodelo comportamental se caracteriza por estar relacionado com os aspectos dinâmicos de manipulação de contexto. Logo, é responsável por identificar a relevância entre um Elemento Contextual e um Foco (*CERelevance*) e as regras que ditam como o sistema deve ser executado, de acordo com as variações de contexto (*Rule*). A seguir são apresentados os conceitos do metamodelo comportamental:

- *CERelevance* (relevância do Elemento Contextual): uma questão importante em um modelo de contexto é a associação entre foco e os CEs relevantes para apoiar a tarefa em execução naquele foco. Esse nível de relevância pode mudar de acordo com diferentes tarefas sendo executadas e também quando diferentes agentes são considerados. Por exemplo, ao executar a tarefa *Reservar Hotel*, um agente *Aluno* pode indicar que o elemento de contexto *precoHotel* deve ser considerado com uma relevância mais alta em relação ao elemento de contexto *nivelConfortoHotel*. Um outro agente pode ter uma percepção diferenciada sobre a relevância desses elementos de contexto na reserva de um hotel. O metamodelo de contexto contempla essa associação de relevância entre elemento de contexto e foco por meio do conceito *relevance*, uma associação entre os conceitos *Focus* e *ContextualElement*.
- *Rule* (regra): para processar um elemento de contexto ou identificar o comportamento de um sistema sensível ao contexto podem ser consideradas regras de associação como, por exemplo, regras de produção. Uma regra de produção indica um conjunto de ações que devem ser executadas quando um conjunto de condições for satisfeito. Assim, no

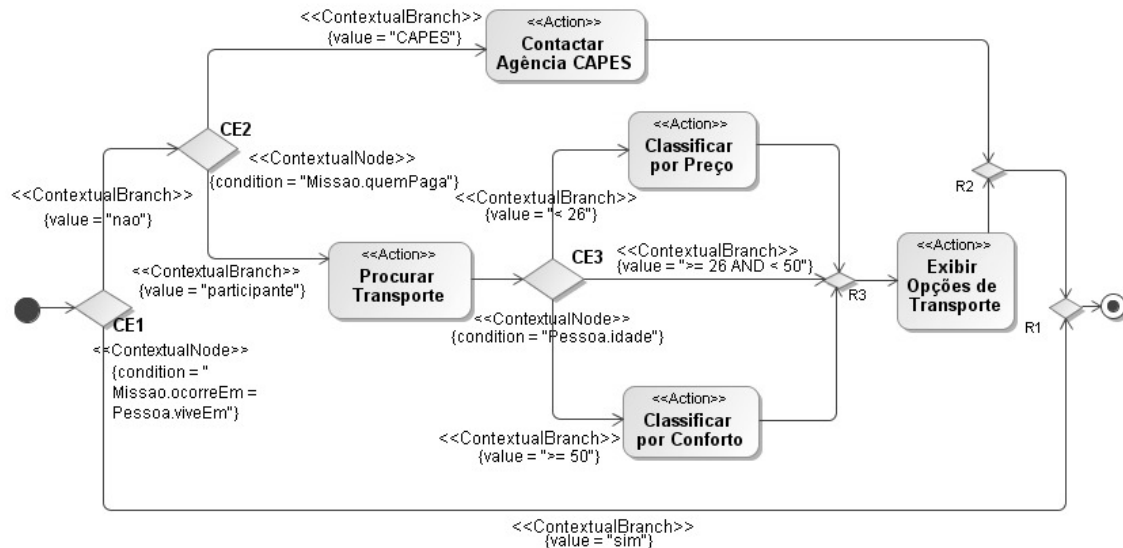


**Figura 2.1.** Modelo conceitual de contexto para o domínio de missões acadêmicas (VIEIRA, 2008).

metamodelo de contexto, uma regra é um conjunto de uma ou mais condições e um conjunto de uma ou mais ações. Condições são representadas como expressões lógicas que retornam um valor verdadeiro, falso ou desconhecido. Ações indicam chamadas a procedimentos identificados no sistema sensível ao contexto (exemplo, disparo de um comportamento, atribuição de um valor a um elemento de contexto, ou atribuição de um peso de relevância à relação entre um elemento de contexto e um foco).

Para apoiar a modelagem dos conceitos de comportamento, o metamodelo propõe o uso do formalismo de grafos contextuais. Para (VIEIRA, 2008), os grafos contextuais são interessantes para a modelagem de comportamento contextual, tendo em vista que descrevem como as ações devem ser executadas por uma aplicação e como o contexto as afeta. A Figura 2.2 ilustra o grafo contextual para a tarefa Reservar Transporte, com a formalização dos conceitos do modelo de estrutura de contexto e associação desses conceitos ao modelo de comportamento do sistema sensível ao contexto.

A condição associada ao nó CE1 (“*Missao.ocorreEm=Pessoa.viveEm*”) faz a verificação se a missão ocorre na mesma cidade onde vive o participante. Nesse caso dois



**Figura 2.2.** Exemplo de um grafo contextual para a tarefa reservar transporte usando os conceitos do metamodelo de contexto (VIEIRA et al., 2009).

caminhos são possíveis: sim ou não. Caso ocorra na mesma cidade, o grafo chega ao final da execução (tendo em vista que nenhuma reserva de transporte é necessária). Caso contrário, o grafo segue para a condição associada ao nó contextual CE2, que verifica o valor do elemento contextual *Missao.quemPaga*. Assim, dois caminhos são considerados. Para o primeiro caso ( $value="CAPES"$ ), o grafo indica a execução da ação “*Contactar Agência CAPES*” e então, segue para o final da execução da tarefa. Já no segundo caso ( $value="participante"$ ), a ação “*Buscar Transporte*” é disparada e, em seguida, um outro nó contextual CE3, que verifica o elemento contextual *Pessoa.idade* é examinado. Neste nó, três caminhos possíveis são identificados, dependendo do contexto. Um deles, por exemplo, é se ( $value="<26"$ ), indicando que o participante é bastante jovem. Neste caso, o grafo indica a execução da ação “*Classificar por Preço*”, seguida de “*Exibir Opções de Transporte*” e, por fim, termina a execução da tarefa. Há também no grafo contextual o conceito de nó de recombinação, que indica a convergência dos diferentes caminhos abertos em um nó contextual. Portanto, cada nó contextual tem um nó de recombinação associado. Por exemplo, a condição verificada no nó contextual CE3 se encerra no nó de recombinação R3.

Cada caminho no grafo contextual contém a definição de uma regra de produção que indica a influência do contexto sobre o comportamento da aplicação. Assim, considerando o grafo contextual da Figura 2.2, exemplos de regras incluem:

**Regra1:**

**Condições**

not (Missao.ocorreEm=Pessoa.moraEm)  
Missao.quemPaga="CAPES"

**Ações**

CallBehavior("Contactar Agência CAPES")

**Regra2:****Condições**

not (Missao.ocorreEm=Pessoa.moraEm)

Missao.quemPaga="participante"

Pessoa.idade < 26

**Ações**

CallBehavior("Buscar Transporte")

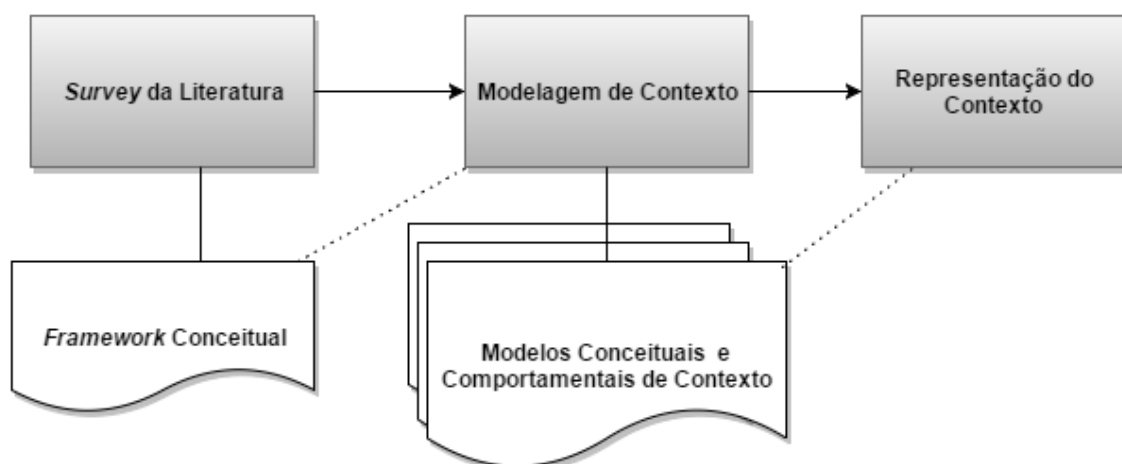
CallBehavior("Classificar por Preço")

CallBehavior("Exibir Opções de Transporte")

O metamodelo foi escolhido por usar UML, pois, pode ser facilmente modelado em qualquer ferramenta UML. Além disso, qualquer pessoa que tenha afinidade com a linguagem UML será capaz de ler e entender facilmente o modelo gerado. O metamodelo descreve os aspectos relevantes e necessários para um sistema sensível ao contexto. Vieira (2008) propôs um processo para identificação e construção desse modelo, o que facilita a sua produção. Com isso, o desenvolvimento de sistemas de recomendação serão favorecidos por possuir um conjunto de entidades, atributos e regras que podem ser úteis para personalização baseada em contexto.

## Método

Esse trabalho aborda o desenvolvimento de um modelo contextual para descrever cenários que considerem o contexto dinâmico do usuário para recomendação de rotas durante o deslocamento urbano. Para isso, foram estabelecidas três etapas. A Figura 3.1 representa a abordagem proposta juntamente com as etapas realizadas.



**Figura 3.1.** Visão geral do método

A primeira etapa consistiu em um *survey* da literatura relacionado a sistemas de recomendação de rotas, a fim de descobrir interesses e informações contextuais consideradas por cada pesquisador. Como resultado, foi criado um *framework* conceitual a partir das informações coletadas do *survey*. O termo *framework* conceitual significa que o produto gerado a partir dele não é um *software* executável, mas sim, um esquema conceitual de dados que, posteriormente, deverá ser traduzido para um esquema de dados específico do domínio no qual será desenvolvida uma aplicação (FILHO, 2000). Esse *framework* representa os elementos de contexto utilizados para as recomendações e a forma em que se relacionam com os interesses e preferências do usuário.

Na segunda etapa, a partir do resultado do *survey*, os elementos identificados (contexto e interesses) foram especificados e modelados, de forma que possam ser úteis para aplicação em sistemas de recomendação de rotas. A modelagem foi feita utilizando o metamodelo de contexto proposto por Vieira (2008). Esse modelo servirá como base para o desenvolvimento de sistemas de recomendação de rotas que considerem dinamicamente os interesses para inferir preferências do usuário com relação à escolha da rota.

A terceira etapa consistiu em representar o comportamento do modelo contextual usando a ferramenta Drools, que posteriormente é utilizada para apresentar uma prova de conceito presente no Capítulo 4 a fim de exemplificar a aplicação do modelo gerado.

A seguir, na Seção 3.1, são apresentados os procedimentos utilizados para a realização do *Survey*. Na Seção 3.2, são descritas as etapas para a modelagem de contexto definido por Vieira (2008). A Seção 3.3 apresenta uma representação do comportamento do modelo gerado.

### 3.1. Survey da Literatura

Neste trabalho, o *survey* é usado para dar subsídio para a definição do *framework* conceitual, uma vez que mostra quais informações contextuais e interesses do usuário os trabalhos da literatura têm tratado. Para isso, o *survey* procura responder às seguintes questões:

1. Existe relação entre aspectos contextuais e interesses dos usuários durante a recomendação de rotas?
2. Quais são os aspectos contextuais e interesses considerados na literatura durante a recomendação de rotas?

Para encontrar os artigos, foram utilizados os motores de busca do *Google Scholar*<sup>1</sup> e *Scopus*<sup>2</sup> com a seguinte expressão de busca ((“*Recommender System*” OR “*Recommender*”) AND (“*Context-aware*” OR “*Personalizing Map*”) AND “*Route*”), com aproximadamente 1500 resultados no motor de busca do *Google Scholar* e aproximadamente 212 resultados no motor de busca *Scopus*. Foram selecionados 40 artigos em que o título se relaciona com sistemas de recomendação de rotas baseadas em contexto. A partir da leitura do *abstract* desses artigos, foram identificados os que realmente consideram contexto, por exemplo, no trabalho de Chen et al. (2015), que pode mudar a recomendação de trajeto dependendo do horário de pico. Com isso, 20 artigos foram selecionados para serem analisados. A Tabela 3.1 lista os artigos selecionados.

---

<sup>1</sup> <https://scholar.google.com.br/>

<sup>2</sup> <https://www.scopus.com/>

**Tabela 3.1.** Artigos relacionados a sistemas para recomendação de rotas

<b>Autor</b>	<b>Título</b>	<b>Código de Referência</b>
Baltrunas et al. (2012)	ContextRelevance Assessment and Exploitation in Mobile Recommender Systems	[1]
Barranco et al. (2012)	A Context-Aware Mobile Recommender System Based on Location and Trajectory	[2]
Savage et al. (2012)	I'm feeling LoCo: A Location Based Context Aware Recommendation System	[3]
Gavalas et al. (2012)	Web application for recommending personalised mobile tourist routes	[4]
Noguera et al. (2012)	A mobile 3D-GIS hybrid recommender system for tourism	[5]
Yang e Hwang (2013)	iTravel:A recommender system in mobile peer-to-peer environment	[6]
Kurashima et al. (2010)	Travel route recommendation using geotags in photo sharing sites	[7]
Ballatore et al. (2010)	RecoMap: An Interactive and Adaptive Map-Based Recommender	[8]
Santiago et al. (2012)	GeOasis: A knowledge-based geo-referenced tourist assistant	[9]
Park et al. (2007)	Location-Based Recommendation System Using Bayesian User's Preference Model in Mobile Devices	[10]
Liu et al. (2015)	A novel recommendation system for the personalized smart tourism route: Design and implementation	[11]
Chen et al. (2015)	TripPlanner: Personalized trip planning leveraging heterogeneous crowdsourced digital footprints	[12]
Bao et al. (2012)	Location-based and Preference-Aware Recommendation Using Sparse Geo-Social Networking Data	[13]
Aguiar et al. (2012)	Leveraging Electronic Ticketing to Provide Personalized Navigation in a Public,Transport Network	[14]
Rodríguez et al. (2012)	Interactive design of personalised tourism routes	[15]
Ying et al. (2012)	Urban Point-of-Interest Recommendation by Mining User Check-in Behaviors	[16]
Chiang e Huang (2015)	User-adapted travel planning system for personalized schedule recommendation	[17]
Vansteenwegen et al. (2011)	The City Trip Planner: An expert system for tourists	[18]
Ying et al. (2014)	Mining User Check-In Behavior with a Random Walk for Urban Point-of-Interest Recommendations	[19]
Liu et al. (2013)	Personalized point-of-interest recommendation by mining users' preference transition	[20]

Para cada artigo, foi realizada uma classificação de contexto, com a finalidade de facilitar a identificação dos elementos contextuais utilizados pelas pesquisas. Foi utilizada uma adaptação do *framework* (5W+1H)(TRUONG et al., 2001; MORSE et al., 2000), a fim de identificar na recomendação tanto o contexto envolvido, quanto os interesses do usuário. As informações contextuais podem ser identificadas a partir da análise de seis dimensões, que são referenciadas por Morse et al. (2000) como 5W+1H. Essas dimensões possuem a finalidade de responder às questões quem (*who*), em qual lugar (*where*), o que está fazendo (*what*), em que momento (*when*), com quais intenções (*why*) e como (*how*). Essas questões são consideradas básicas para se contextualizar uma situação. Para este trabalho, *Who* (identificação) indica informações contextuais relacionadas à identidade das entidades (exemplo: nome e email); *Where* (localização) especificam as informações contextuais que indicam a localização da entidade (exemplo: cidade, longitude, latitude e país); *What* (atividade) identifica as tarefas que uma entidade (exemplo: pessoa) está executando (exemplo: requisitando uma recomendação ou caminhando e procurando lugares para visitar); *When* (tempo) captura o contexto temporal que se relaciona com uma interação (exemplo: hora atual, estação do ano e data); *Why* (motivação) especifica o motivo pelo qual o usuário executasse uma tarefa em uma dada interação (exemplo: o usuário requisitou um recomendação porque desconhece o local). *How* (meio) descreve a forma como o usuário se locomove (exemplo: a pé, de carro, ônibus, etc).

Os dados na Tabela 3.2 representam um exemplo da classificação de contexto do artigo apresentado por Aguiar et al. (2012).

**Tabela 3.2.** Classificação de contexto

<b>Who</b>	Usuário
<b>Where</b>	Cidade turística/cidade
<b>What</b>	Procurando visitar lugares
<b>When</b>	Férias/Feriado
<b>Why</b>	Interessado em conhecer novos lugares
<b>How</b>	A pé ou transporte público(ônibus, metrô)
<b>Interesses</b>	Lugares ainda não visitados, tempo de viagem
<b>Contexto</b>	Meio de transporte, frequência de transporte público, tempo de viagem considerando os pontos de parada dos transportes públicos, tempo médio de espera para a troca de transporte, tempo de caminhada até o POI(Point of Interest), de volta até a estação e tempo para visitar cada POI.
<b>Tipo de Contexto</b>	Explícito/Implícito

Para identificar um interesse, buscou-se pelas características que os autores utilizam para eleger o melhor caminho e, conseqüentemente, os interesses adequados ao usuário em uma recomendação. Por exemplo, o autor Aguiar et al. (2012) considera os lugares não visitados pelo usuário e o tempo de viagem desejado pelo usuário para o processo de recomendação.



Outras informações contextuais apresentadas nos artigos, além do conjunto de interesses, podem ser relevantes para a recomendação. Por exemplo, o usuário gosta de comida italiana (interesse), porém, apenas à noite (preferência relacionada à hora do dia – contexto) e prefere um sorvete (interesse) se a temperatura for maior que 30° C (preferência relacionada à temperatura – contexto); ou então, o usuário só aceita rotas que durem menos que 20 minutos até o destino (preferência relacionada ao tempo de viagem – contexto).

Foram extraídas também como são capturadas as informações contextuais. Esses meios são definidos na Tabela 3.2 de duas formas: explícito e implícito. Explícito é quando o sistema pede essas informações ao usuário e implícito é quando o sistema percebe essas informações automaticamente por outras fontes, como do relógio, de um aparelho celular ou da Internet.

Durante a análise dos artigos, foi possível observar que alguns autores consideram recomendações com fins turísticos e outros com fins não turísticos, pois em alguns trabalhos é feita a recomendação para usuários que estão em viagem, enquanto outros não citam explicitamente a finalidade do trajeto. Com isso, o *framework* conceitual se divide em dois tipos de recomendação: *Recomendação Turística* e *Recomendação não Turística*, que são representados na Tabela 3.3.

Esse *framework* representa a forma como os elementos contextuais são utilizados para as recomendações e como se relacionam com os interesses do usuário. A primeira parte trata dos elementos contextuais que são recorrentes em ambas as recomendações, a segunda parte contém os elementos contextuais referentes exclusivamente as recomendações turísticas e a última parte os elementos contextuais exclusivos na recomendação não turística.

**Tabela 3.3.** *Framework* conceitual - recomendação turística e não turística

<b>Recomendação Turística e Não Turística</b>			
<b>Categorias</b>	<b>Elementos Contextuais</b>	<b>Referências - Turísticas</b>	<b>Referências - Não Turísticas</b>
Área de Recomendação	Meio de locomoção	[4],[11]	[2],[3],[10],[14]
	Distância máxima entre o usuário e o POI	[5]	[2]
	Localização física	[1],[4],[5],[7],[9],[11]	[2],[3],[8],[10],[13],[14],[16],[19],[20]
	Coordenadas de origem e destino	[9],[12],[15],[17],[18]	[13]
Meio de Locomoção	Transporte público	[1],[11]	[14]
	A pé	[1],[4],[11]	[2],[3],[14]
	Carro	[1],[4]	[2],[3],[10]
	Bicicleta	[1]	[2],[3]
Pontos de Interesse	Similaridade de interesses	[5],[6],[11]	[3],[13],[16],[19]
	Histórico de locais visitados	[5],[11],[12]	[14],[16],[19],[20]
	Horário de funcionamento do POI	[4],[12]	[8]
Interesses	Alimentação	[5],[15],[17]	[3],[10],[13]
	Arte e monumentos históricos	[4],[9],[15],[17],[18]	[3],[13]
	Colégio e educação	[9],[15],[17],[18]	[3],[13]
	Entretenimento	[4],[15],[17],[18]	[3],[13]
	Lugares noturnos	[15]	[3],[13]
	Lugares ainda não visitados	[6],[7],[15]	[14]
	Tempo de viagem	[11],[17]	[14]
Ambiente	Temperatura	[1]	[10]
	Condição climática	[1]	[10]
<b>Recomendação Turística</b>			
<b>Categorias</b>	<b>Elementos Contextuais</b>	<b>Referências</b>	
Área de Recomendação	Itinerários de trens e ônibus	[11]	
	Horários de pico	[12]	
	Direção de locomoção na rota	[5]	
Meio de Locomoção	Táxi	[11]	
Pontos de Interesse	Geotags em fotografias	[7]	
Interesses	Acessibilidade	[9]	
	Visibilidade	[9]	
	Acomodação	[17]	
	Horários para refeições	[4],[17],[18]	
	Economia	[1],[11],[15]	
	Companhia	[1]	
<b>Recomendação Não Turística</b>			
<b>Categorias</b>	<b>Elementos Contextuais</b>	<b>Referências</b>	
Área de Recomendação	Nível de zoom aplicado no mapa	[13]	
	Itinerários de transportes públicos	[14]	
Interesses	Área de estacionamento	[10]	

A próxima seção tem por objetivo explicar as categorias e informações contextuais representadas no *framework* conceitual.

### 3.1.1. *Framework* Conceitual

Cada tipo de recomendação possui um conjunto de categorias e, para cada categoria, um conjunto de elementos contextuais. As categorias são agrupamentos das informações de contexto identificadas. Os agrupamentos foram realizados de acordo com o entendimento do pesquisador sobre a forma como o contexto é utilizado na aplicação.

A primeira categoria apresentada no *framework* é a *Área de Recomendação*. **Meio de Locomoção, Localização Física, Distância Máxima entre o usuário e o POI e Coordenadas de Origem e Destino** apareceram tanto em recomendações com finalidade turística quanto para não turística.

**Área de Recomendação** é utilizada para definir uma distância máxima até onde o usuário pode ir. Por exemplo, em Savage et al. (2012), se o usuário estiver a pé, a área de recomendação será menor, tendo em vista que o usuário não irá percorrer uma grande distância, diferentemente de um usuário com carro. A **Localização Física** e as **Coordenadas de Origem e Destino** são utilizadas pela maioria dos autores. Por exemplo, em Santiago et al. (2012) as rotas são recomendadas de acordo com as coordenadas de destino e origem fornecidas pelo usuário. Caso o usuário faça um desvio na rota, a mesma é recalculada de acordo com a localização física do usuário e a coordenada de destino. Já a **Distância Máxima entre o Usuário e o POI** tem a finalidade de limitar a área de recomendação. Por exemplo, em Noguera et al. (2012), o usuário pode definir a qualquer momento a distância máxima em que os pontos de interesse podem ser recomendados durante a viagem. Especificamente para recomendações não turísticas, são considerados os **Itinerários de Transportes Públicos** e o **Nível de Zoom Aplicado no Mapa**. Os **Itinerários de Transportes Públicos** são utilizados para recomendar trajetos similares. Por exemplo, em Aguiar et al. (2012), é utilizado como trajeto o itinerário do transporte público em que o usuário está utilizando. Com o **Nível de Zoom Aplicado no Mapa** da aplicação é possível ajustar a área de recomendação, tendo em vista que toda a área visível pelo usuário será considerada como a área de recomendação. No entanto, **Horários de Pico, Itinerários de Trens e Ônibus e Direção de Locomoção na Rota** ocorrem exclusivamente na recomendação turística. Os **Horários de Pico** tem por finalidade eleger trajetos em que não hajam muitos veículos. Os **Itinerários de Trens e Ônibus** são utilizados a fim de gerar trajetos com base no custo da viagem. Por exemplo, em Liu et al. (2015), de acordo com as listas de preços de trens e ônibus, é recomendado um trajeto de viagem relacionado ao itinerário do meio de transporte com menor custo.

A segunda categoria é o *Meio de Locomoção*. **Transporte Público, A pé, Carro e Bicicleta** são os elementos contextuais que aparecem tanto em recomendações com finalidades

turísticas quanto em não turísticas. **Táxi** foi mencionado apenas para recomendações turísticas.

A terceira categoria são os *Pontos de Interesse*. **Similaridade de Interesses**, **Histórico de Locais Visitados** e **Horário de Funcionamento do POI** são recorrentes em ambos os tipos de recomendação. A **Similaridade de Interesses** utiliza locais visitados por outras pessoas de interesses similares ao do usuário, a fim de recomendar pontos de interesses que possivelmente o usuário terá interesse. Um exemplo é o artigo de Savage et al. (2012), em que, por meio de *checkins* dos lugares visitados, o sistema utiliza filtragem colaborativa para encontrar lugares que o usuário ainda visitou, mas que possa se interessar em visitar. O **Histórico de Locais Visitados** é utilizado para recomendar pontos de interesse que são similares aos visitados anteriormente. O **Horário de Funcionamento** tem como funcionalidade não gerar recomendações inviáveis, fazendo com que o usuário não perca tempo se deslocando para um local que não está aberto para atendimento. As **Geotags em Fotografias** são consideradas exclusivamente nas recomendações turísticas e baseiam-se em um conjunto de fotos de onde são extraídas as coordenadas do local onde elas foram tiradas. As recomendações são feitas com base nesses locais.

A quarta categoria são os *Interesses*. O **Tempo de Viagem** está relacionado com o tempo total da viagem esperado pelo usuário. Os **Lugares Ainda não Visitados** são utilizados a fim de recomendar apenas locais em que o usuário ainda não visitou. Para a **Alimentação** são considerados por exemplo, restaurantes, lanchonetes, etc. **Arte e Monumentos Históricos** são, por exemplo, teatros, igrejas, estátuas, etc. **Entretenimento** considera cinemas, parques, etc. **Lugares Noturnos** são bares, boates, etc. **Colégio e Educação** são considerados por exemplo, universidades, laboratórios, bibliotecas, etc.

Especificamente para recomendação não turística, foi considerado a **Área de Estacionamento**. **Área de Estacionamento** é utilizada quando um usuário deseja encontrar um lugar para estacionamento.

A **Acomodação**, os **Horários para Refeições**, a **Economia**, **Acessibilidade**, **Visibilidade** e **Companhia** são consideradas especificamente nas recomendações turísticas. A **Acomodação** é utilizada quando o usuário tem interesse em acomodações do tipo, hotéis, quiosques, etc. Os **Horários para Refeições** são definidos pelo usuário a fim de recomendar pontos de interesse relacionados à alimentação nos horários estabelecidos pelo usuário. A **Economia** visa recomendar trajetos que tenham um custo menor ou igual ao informado pelo usuário. **Companhia** tem por finalidade indicar em uma recomendação pontos de interesses de acordo com o tipo de companhia do usuário (sozinho, com namorada, com filhos ou com a família). A **Acessibilidade** é utilizada para definir com qual meio de locomoção o ponto de interesse é acessível. A **Visibilidade** define se um ponto de interesse é facilmente localizado.

Por fim, a quinta categoria é o *Ambiente*. A **Condição Climática** e a **Temperatura** são recorrentes em ambos os tipos de recomendação. A **Condição Climática** considera

se está chovendo ou não para efetuar recomendações de lugares como parques e clubes. A **Temperatura** define se um local deve ser recomendado de acordo com a temperatura do ambiente. Por exemplo, indicar um clube aquático apenas quando a temperatura estiver alta.

Analisando o resultado do *framework* e tendo em mente que o objetivo é a recomendação de rotas baseada em contexto, é possível observar que os autores consideram diversos elementos contextuais para a recomendação. Porém, ainda há muito a se evoluir a cerca de uma recomendação personalizada. Em uma recomendação de rotas não turística a atividade em que o usuário se encontra poderia ser considerada. Por exemplo, se está em horário de trabalho ou se está caminhando com tempo livre. A Condição Climática e a temperatura foram considerados apenas em dois trabalhos, porém não se importando se o usuário tem interesse em visitar um ponto de interesse mesmo com chuva, ou então, que mesmo com temperaturas baixas o usuário goste de ir em sorveterias ou parques aquáticos.

A recomendação turística poderia considerar farmácias, hospitais ou pronto atendimentos, tendo em vista que quem está viajando está sujeito a imprevistos e podem comer alimentos que lhe causem alguma alergia, por exemplo, alergia a camarão. A acessibilidade só é considerada na recomendação turística, porém, é algo que deveria ser considerado em ambas as recomendações, pois mesmo para uma recomendação não turística, é importante recomendar apenas os locais que são acessíveis de acordo com o meio de locomoção do usuário.

Ambas as recomendações, turísticas e não turísticas, não consideram interesses relacionados a utilidade, por exemplo, não se importam se o usuário precisa encontrar uma oficina mecânica ou um posto de combustível. Se o sistema sabe que o usuário está de carro, recomendar um posto de combustível, um lava jato ou uma oficina mecânica seria útil.

Todo sistema sensível ao contexto tem por desafio não ser intrusivo e não sobrecarregar o usuário. Portanto, a recomendação precisa ser cautelosa e garantir um alto grau de acerto com relação ao interesse do usuário e isso é um desafio.

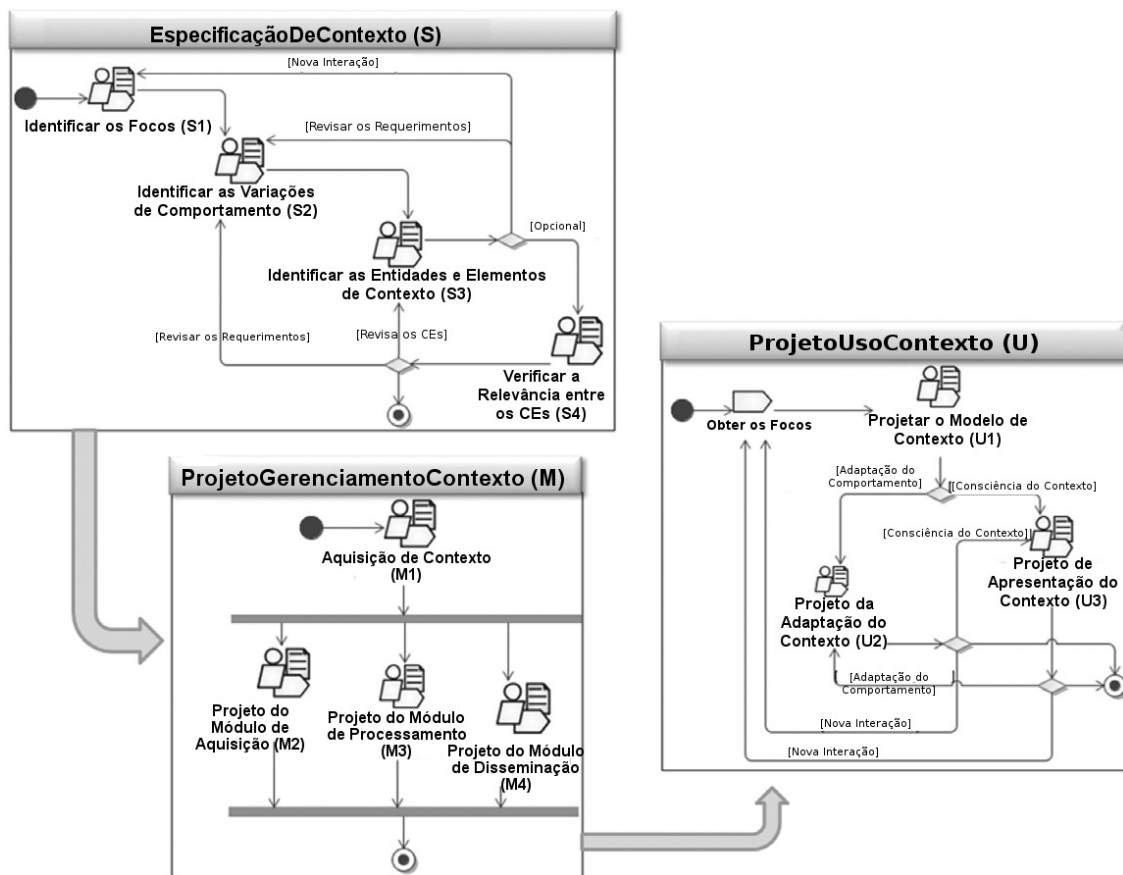
A partir do *framework* conceitual, o próximo passo deste trabalho foi de gerar o Modelo de Contexto. Esta etapa do método será apresentada na próxima seção.

## 3.2. Modelagem de Contexto

A partir do *Framework* Conceitual foi possível reunir as informações presentes na literatura em um único modelo de contexto para uma recomendação de rotas. Com o tempo, novos elementos contextuais serão descobertos e estudados, esses elementos contextuais precisam ser inseridos no modelo de contexto.

O modelo de contexto representa o comportamento dinâmico de um sistema de recomendação de rotas de acordo com os interesses do usuário e do contexto. O modelo tem como base os resultados do *Framework* Conceitual. Vieira (2008) definiu um processo, denominado *CSS(Context Sensitive Systems) Design Process*, que detalha as atividades que se

relacionam com a especificação de informações de contexto e ao projeto de sistemas sensíveis ao contexto, fornecendo uma maneira sistemática de executar essas atividades. Portanto, para a criação do modelo de contexto foram utilizadas algumas atividades presentes no *CSS Design Process*. As seguintes atividades foram consideradas para o processo da criação do modelo de contexto: Especificação do Contexto, Projeto do Gerenciamento do Contexto e Projeto do Uso do Contexto. Algumas das subatividades não foram utilizadas, tendo em vista que este trabalho não tem por objetivo implementar um sistema, mas definir um modelo contextual que possa servir de base para o desenvolvimento de sistemas futuros. A Figura 3.2 ilustra as atividades para a modelagem de contexto. Mais detalhes são descritos nas próximas seções.



**Figura 3.2.** Subatividades do *CSS Design Process* para: especificação de contexto (S), projeto do gerenciamento do contexto (M) e projeto do uso do contexto (U) - adaptado de (VIEIRA et al., 2011).

### 3.2.1. Especificação de Contexto (S)

A Especificação do Contexto tem por objetivo identificar os requisitos de contexto com base nos requisitos do negócio da aplicação e criar o modelo conceitual de contexto. Essa atividade se subdivide em quatro atividades, tal como ilustrado na Figura 3.2, no entanto, por este

trabalho abordar a modelagem contextual e não a criação de um sistema sensível ao contexto, apenas três das subatividades foram utilizadas, sendo elas: Identificar o Foco (S1), Identificar as Variações de Comportamento (S2), Identificar as Entidades e Elementos de Contexto (S3). Cada atividade foi executada da seguinte maneira:

### **Identificar o Foco (S1)**

Essa atividade visa reconhecer, a partir do *framework* conceitual quais tarefas e agentes devem ser considerados como focos no sistema sensível ao contexto.

Foco é definido como a associação de uma Tarefa a um Agente, desta forma o agente assume um determinado papel na execução da tarefa. Um agente Usuário pode executar as tarefas de requisitar uma recomendação de rotas turística ou não turística, pois de acordo com o contexto as recomendações possuem informações diferentes (Ex: no modelo turístico é possível analisar se o usuário está acompanhado e recomendar uma rota com POIs(Point of Interests) adequados para o tipo de companhia). Sempre que um agente inicia a execução de uma tarefa é constituído um foco distinto, logo, neste trabalho foram definidos 2 focos, sendo eles: recomendação de rotas turísticas e recomendação de rotas não turísticas.

A recomendação de rotas turísticas é voltada para pessoas que estão em viagem. Os elementos contextuais analisados nesse tipo de recomendação são, por exemplo, tempo da rota e acomodação. A recomendação de rotas não turística, por outro lado, é uma recomendação de rota para qualquer momento em que o usuário queira requisitar.

Ambos os focos acontecem da seguinte maneira: o usuário informa uma origem e destino, o sistema obtém uma lista de rotas e de pontos de interesse, em seguida avalia o contexto para definir quais pontos de interesse devem ser inseridos na recomendação. E por fim gera como saída uma lista de rotas ordenada, onde a primeira rota dessa lista é a mais compatível com os interesses do usuário.

### **Identificar as Variações de Comportamento (S2)**

Uma variação de comportamento indica diferentes ações que um sistema sensível ao contexto possa executar relacionadas a um foco específico, de acordo com contextos distintos. A atividade S2 tem como objetivo identificar, dado um foco, quais variações são esperadas no comportamento do sistema e quais os fatores que afetam estas variações. O *Framework* Conceitual será útil para identificar essas variações, uma vez que especifica quais mudanças contextuais os trabalhos da literatura já previram e como os sistemas deviam se comportar com essas variações.

As variações de comportamento são relacionadas a adaptações na recomendação da rota de acordo com mudanças contextuais(Por exemplo, começa a chover, horário atual é

igual ao horário de abertura de algum POI). Os seguintes requisitos relacionados ao contexto foram identificados e são considerados tanto na recomendação turística quanto não turística:

- **R1:** POI aberto ou fechado
- **R2:** Condição climática chuvoso ou seco
- **R3:** POI com ambiente externo ou interno
- **R4:** O usuário querer ou não indicações na rota de POIs que ele ainda não visitou
- **R5:** POI já foi ou não visitado
- **R6:** Usuário ter interesse ou não em POIs do tipo alimentação
- **R7:** Usuário ter interesse ou não em POIs do tipo arte
- **R8:** Usuário ter interesse ou não em POIs do tipo entretenimento
- **R9:** Usuário ter interesse ou não em POIs do tipo colégio e educação
- **R10:** Usuário ter interesse ou não em POIs do tipo lugares noturnos
- **R11:** POI ser do tipo alimentação
- **R12:** POI ser do tipo arte
- **R13:** POI ser do tipo entretenimento
- **R14:** POI ser do tipo colégio e educação
- **R15:** POI ser do tipo lugares noturnos

Os seguintes requisitos relacionados ao contexto foram identificados exclusivamente para a recomendação turística:

- **R16:** Usuário ter interesse ou não em POIs de alimentação em horários de refeição
- **R17:** Estar ou não no horário de alguma refeição
- **R18:** Usuário ter interesse ou não em POIs do tipo acomodação
- **R19:** POI ser do tipo acomodação

### **Identificar as Entidades e Elementos de Contexto (S3)**

Essa atividade tem como objetivo identificar as entidades relacionadas com o foco e as características de tais entidades que influenciam cada variação comportamental. O artefato de saída é um conjunto de diagramas estruturais de contexto, conforme apresentado na Seção 2.3, que compõe o Modelo Conceitual de Contexto. Exemplos de entidades contextuais seriam: meio de transporte, ambiente e usuário.

As entidades contextuais consideradas tanto para recomendações turísticas e não turísticas são: Interesse, Ambiente e OrigemDestino. Os elementos contextuais associados a estas entidades são descritos na Tabela 3.4, bem como as entidades exclusivas para a recomendação de rotas turísticas. Como resultado, foram gerados os modelos estruturais de contexto apresentados nas Figuras 3.3 e 3.4.



**Tabela 3.4.** Entidades e elementos contextuais para as recomendações turísticas e não turísticas

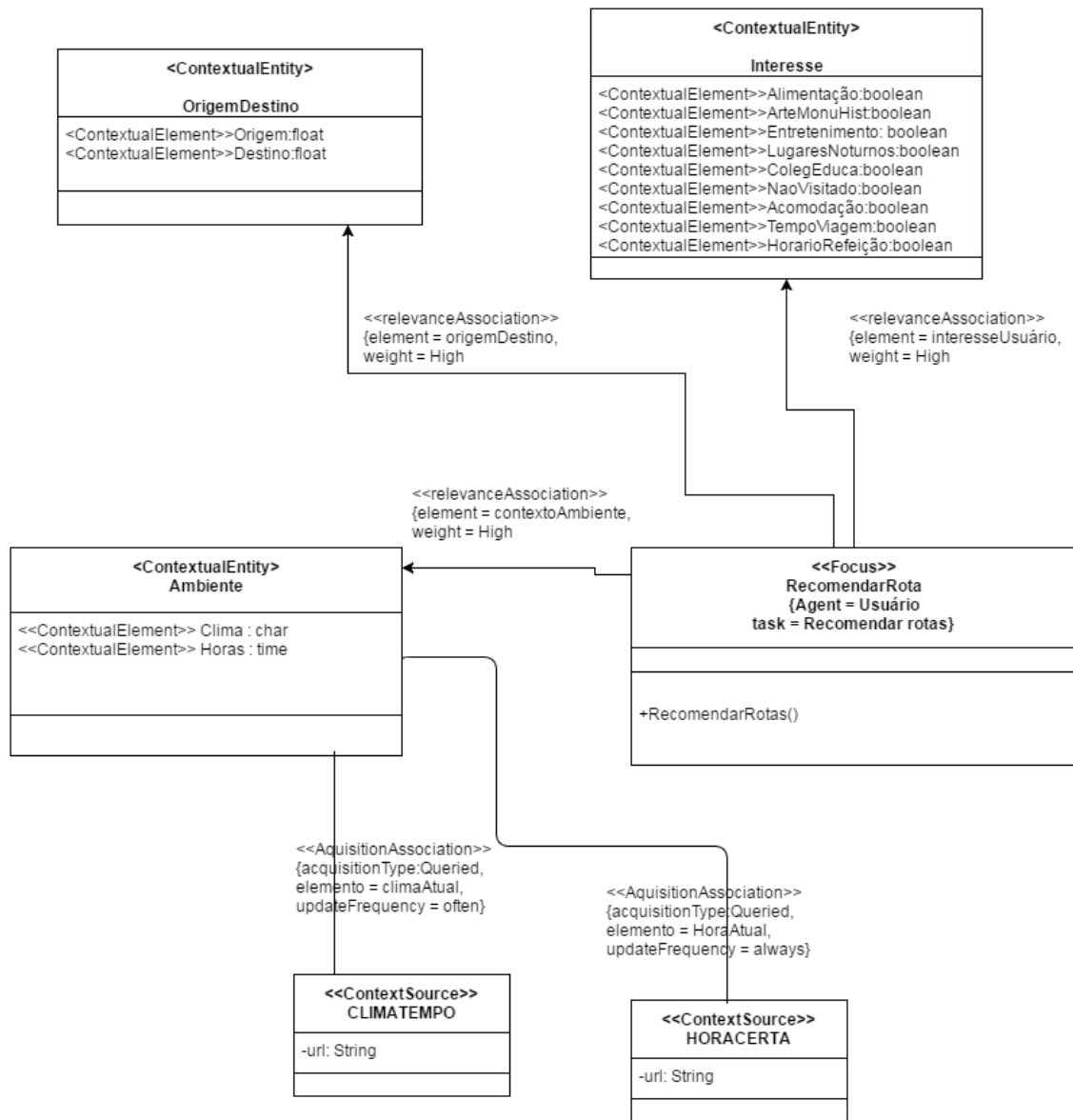
<b>Recomendação de Rotas Turísticas e não Turísticas</b>		
<b>Entidade Contextual</b>	<b>Elemento Contextual</b>	<b>Descrição</b>
<b>OrigemDestino</b>	Origem	Refere-se ao ponto de partida, o ponto inicial da rota.
	Destino	Refere-se ao ponto de chegada, o ponto final da rota.
<b>Ambiente</b>	Horas	Indica o horário atual.
	Condição Climática	Indica se no local da recomendação está chovendo ou não.
<b>Interesse</b>	Alimentação	Interesse do usuário em POIs que fornecem algum tipo de alimento.
	ArteMonuHist	Interesse do usuário em POIs que sejam relacionados a Arte, cultura e monumentos históricos.
	Lugares Noturnos	Interesse do usuário em POIs que sejam relacionados a lugares noturnos, como danceterias.
	Entretenimento	Interesse do usuário em POIs que sejam relacionados ao entretenimento, como praias e parques.
	ColegEducação	Interesse do usuário em POIs que sejam relacionados a colégio e educação, como bibliotecas.
	NaoVisitado	Interesse do usuário em POIs que ainda não foram visitados.
	Tempo de viagem	Usuário tem interesse em rotas com menor duração para percorrer da origem ao destino.
<b>Recomendação de Rotas Turísticas</b>		
<b>Interesse</b>	Acomodação	Interesse do usuário em POIs que fornecem algum tipo de acomodação, como por exemplo hotéis.
	HorarioRefeição	Interesse do usuário em receber indicações de alimentação nos horários de refeição.

### 3.2.2. Projeto do Gerenciamento do Contexto (M)

Após a identificação dos requisitos de contexto e da elaboração do modelo conceitual de contexto, é definido o gerenciamento dos elementos contextuais, ou seja, como os elementos contextuais são adquiridos, processados e como as informações contextuais definidas na fase de especificação do contexto são disseminadas. A atividade Projeto do Gerenciamento de Contexto se subdivide em quatro atividades, como ilustrado na Figura 3.2, no entanto, duas delas são utilizadas nesse trabalho: Especificação da Aquisição do Contexto (M1) e Projeto do Módulo de Processamento (M3). As atividades são descritas a seguir:

#### Aquisição do Contexto (M1)

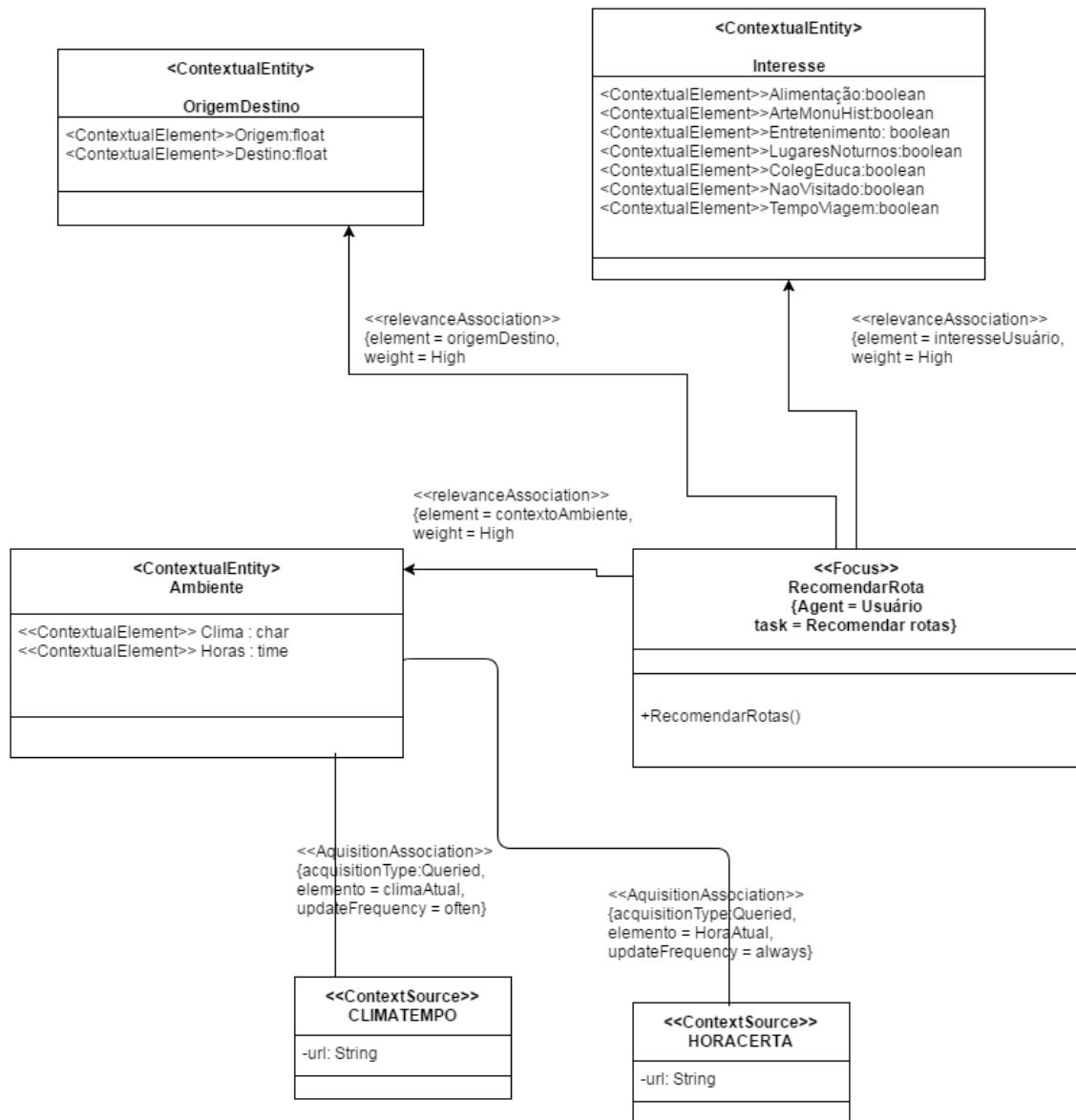
Especifica os parâmetros de aquisição para cada elemento contextual identificado. Sua saída é uma versão atualizada do Modelo Conceitual de Contexto, contendo a Configuração da Aquisição. A Configuração de Aquisição deve conter, para cada elemento contextual: uma referência à fonte de contexto que fornecerá seus valores (por exemplo, APIs de fonte de contexto e adaptadores); o modo de aquisição (percebido, derivado, informado pelo usuário ou consultado); a frequência de atualização (sempre, frequentemente, raramente e nunca). Conforme mencionado na Seção 2.3, um elemento contextual pode ser adquirido usando um dos seguintes modos: explicitamente informado pelo usuário, que responde sob



**Figura 3.3.** Modelo estrutural de contexto para recomendação de rotas turísticas.

demanda perguntas sobre seu contexto através de uma interface; automaticamente, usando sensores que monitoram e coletam informações (GPS); ou semiautomática, de repositórios compartilhados (por exemplo, perfis preenchidos e dados de preferências). A aquisição por GPS em *smartphones* seria *Percebida* e a frequência de atualização seria *Sempre* (a partir do momento que o sensor é habilitado, a leitura para captura do dado deve ocorrer constantemente).

Existem diversas fontes externas para a aquisição dos elementos contextuais, tanto das recomendações de rotas turísticas quanto não turísticas e qualquer serviço que informe os dados necessários podem ser utilizados. Porém, a fim de exemplificar, são sugeridas duas fontes de contexto externas, que são descritas a seguir:



**Figura 3.4.** Modelo estrutural de contexto para recomendação de rotas não turísticas.

- (1) *Climatempo*<sup>3</sup>, é um empresa brasileira que oferece serviços de Meteorologia. O elemento contextual adquirido a partir dessa fonte é: *Condição Climática*. O Climatempo deve ser consultado frequentemente a fim de atualizar o elemento contextual *Condição Climática*.
- (2) *HoraCerta*<sup>4</sup>, é um site brasileiro que informa o horário atual das diferentes partes do mundo. O elemento contextual adquirido a partir dessa fonte é: *horas*. Deve ser verificado *sempre* a fim de atualizar o elemento contextual *horas*.

Existem várias informações que são difíceis de se perceber automaticamente e que, portanto, é necessário desenvolver novas formas de adquirí-las. Enquanto não for possível adquirir automaticamente, é necessário que *stakeholders* informem explicitamente esses dados.

<sup>3</sup> <http://www.climatempo.com.br/>

<sup>4</sup> [www.horacerta.com.br/](http://www.horacerta.com.br/)

Por exemplo, o horário de abertura: ainda não existem fontes que sejam focadas em informar o horário em que um local está aberto ou fechado. Nos serviços da Google e Facebook, com a ajuda da comunidade de usuários e proprietários, alguns locais possuem informações de horário de abertura, no entanto, ainda não é totalmente funcional e muitos locais e páginas ainda estão sem essa informação. Não existe um serviço automático que possa fornecer essa informação de maneira confiável.

Especificamente para rotas turísticas, algumas informações são ainda mais difíceis de adquirir atualmente, são elas:

- *Visibilidade:* não existem fontes que informem a quantos metros ou quilômetros é possível avistar um determinado local na rota, mesmo porque essa distância é limitada por outros fatores, como barreiras (prédios, árvores) e o relevo local. Localizações diferentes possuem visibilidades diferentes, ainda que estejam à mesma distância do POI. Talvez com a ajuda da comunidade seja possível identificar um valor aproximado para que um determinado POI possa ser identificado a distância.
- *Acessibilidade:* tem por objetivo informar as possíveis formas de acesso (carro ou a pé) de um determinado POI que está na rota. Alguns POIs na rota podem não ter acesso com carro, por exemplo, trilhas ou cachoeiras. Alguns não possuem acesso de ônibus, outros são muito íngremes pra ir de bicicleta. Uma das formas de se obter essas informações seria por meio de comentários de usuários que já visitaram o local, ou perguntas diretas, por exemplo, “É possível ter acesso ao local com carro?”.
- *Companhia:* tem por objetivo identificar qual a companhia (filho/a, namorada/a, cônjuge, criança, amigos, etc) do usuário e, a partir disso, indicar na rota POIs que sejam adequados para a companhia do usuário. Por exemplo, ao identificar que o usuário está acompanhado de uma criança, seria importante recomendar rotas que possuam POIs também adequados para crianças, por exemplo, indicar um restaurante que possui um *playground*, ou um parque. Porém, atualmente é necessário que o proprietário ou clientes informem se um determinado POI possui instalações ou atrações para as crianças. No TripAdvisor<sup>5</sup> existem perguntas que são feitas aos clientes a fim de ajudar novos clientes a identificar essas características. Por exemplo, há a pergunta se a atração é apropriada para crianças. Dessa forma, é possível adquirir as informações necessárias na hora de indicar POIs em uma recomendação de rotas turísticas para um usuário que quer uma rota com POIs adequados a sua companhia.
- *Economia:* tem por objetivo identificar qual a rota mais econômica. Por exemplo, em uma recomendação onde existem três rotas, nas rotas A e B, os POIs possuem custo médio de R\$ 15,00 e a rota C possui custo médio por POI de R\$ 12,50, nesse caso a rota C é a mais econômica. Apesar de aparentar ser uma solução simples, ainda não existem formas de adquirir essas informações automaticamente. No Foursquare,

---

<sup>5</sup> <https://www.tripadvisor.com.br>

é possível identificar em alguns casos se a prestação de serviço ou o produto de um determinado local é barato, razoável, caro ou muito caro. Desta forma não é possível limitar um valor monetário para a economia, deixando o usuário sem uma noção média de gastos.

Na recomendação de rotas não turísticas a única informação difícil de se adquirir automaticamente com base nos serviços existentes é a *Área de Estacionamento*. Essa informação tem por objetivo identificar se um determinado POI possui ou não área de estacionamento de veículos. É difícil de adquirir esses dados, tendo em vista que essas informações ainda são escassas em sites ou aplicações sobre locais, como o Foursquare. Um modo de extrair essas informações seria por meio de mineração de comentários e avaliações de determinados POIs em aplicações como FourSquare e TripAdvisor, onde os usuários apresentam suas opiniões do que foi bom ou ruim ou do que faltou (algum serviço que o POI poderia ter oferecido). De qualquer modo, seria necessário ter um serviço que informasse automaticamente essa disponibilidade para o sistema. Outro ponto é que a disponibilidade de vagas é dinâmica e varia em função do tempo. Ter o estacionamento não significa ter vagas disponíveis e isso é ainda mais difícil de se verificar de forma automática.

### Projeto do Módulo de Processamento (M3)

Define e projeta os elementos relacionados com o processamento do elemento contextual, ou seja, derivações dos elementos contextuais especificados, base de conhecimento do elemento de contexto, regras de inferência e motor de inferência. Suas saídas são as regras contextuais, que servirão como entrada para a especificação do Modelo Comportamental de Contexto. Por exemplo, um usuário que gosta de comida italiana e sorvete, e tem como regra, que apenas come pizza à noite e toma sorvete somente se a temperatura ambiente for maior que 30º Celsius.

A seguir alguns exemplos de regras contextuais geradas:

#### Regra1:

<Condições>

((ambiente.horas >= lugar.horaAbertura) AND (ambiente.horas < lugar.horaFechamento))

ambiente.clima == "Sem Chuva"

NOT((Interesse.POINaoVisitado == True) And (lugar.Visitado == True))

Interesse.Alimentação == True AND lugar.tipoInteresse == "Alimentação"

<Ações>

CallBehavior("Inserir na Recomendação")

#### Regra2:

<Condições>

(ambiente.horas >= lugar.horaAbertura) AND (ambiente.horas < lugar.horaFechamento)

```

ambiente.clima == "Com Chuva"
local.tipoAmbiente == "Interno"
NOT((Interesse.POINaoVisitado == True) And (lugar.Visitado == True))
(Interesse.Arte == True) AND (lugar.tipoInteresse == Arte)
<Ações>
CallBehavior("Inserir na Recomendação")

```

### 3.2.3. Projeto do Uso do Contexto (U)

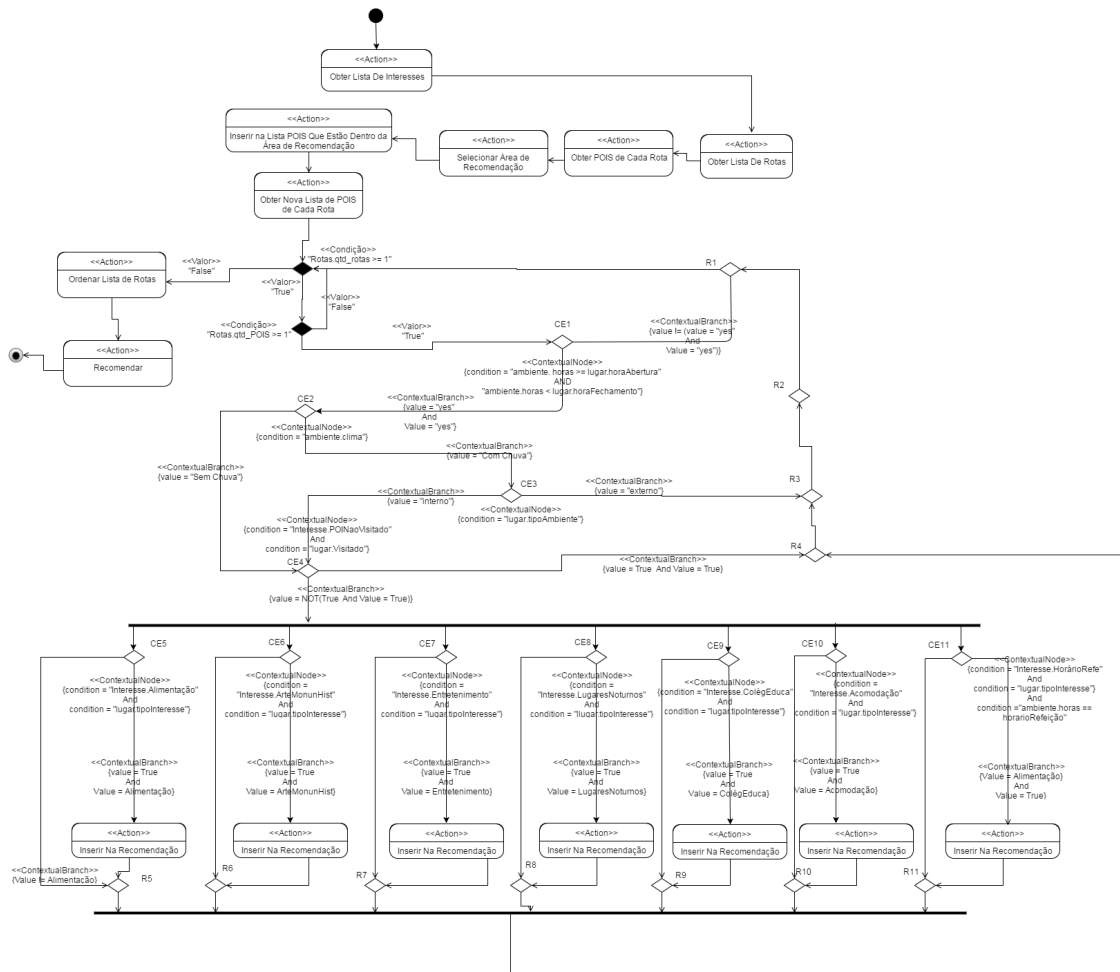
A terceira atividade definida no *CSS Design Process* é o Projeto do Uso do Contexto, com a finalidade de definir como o contexto será efetivamente utilizado na aplicação. O processo considera que em uma aplicação existem dois usos principais do contexto: apoiar uma adaptação do comportamento da aplicação ou enriquecer a percepção dos usuários com informações contextuais gerenciadas pelo sistema. Com isso, essa atividade subdivide-se em três atividades, tal como ilustrada na Figura 3.2, porém, apenas uma é utilizada nesse trabalho, sendo ela: Projetar o Modelo de Comportamento (U1). Essa atividade é descrita a seguir:

#### Projetar o Modelo de Comportamento (U1)

Foram produzidos os Modelos Comportamentais de Contexto correspondente aos focos identificados, bem como, as associações entre os elementos contextuais e as variações de comportamento. Gerando como resultado, um Modelo Comportamental de Contexto para cada foco, representado como um grafo contextual, conforme discutido na Seção 2.3. A Figura 3.5 representa o modelo comportamental produzido para a recomendação de rotas turísticas. Já a Figura 3.6 representa o modelo comportamental produzido para a recomendação de rotas não turísticas. O Capítulo 4 aborda em detalhes os modelos comportamentais gerados.

## 3.3. Representação de Contexto

A representação de contexto tem como objetivo facilitar a interoperabilidade semântica entre sistemas. Por exemplo, a utilização da formatação JSON para compartilhar informações entre dois serviços. Pelo fato dos modelos comportamentais gerados receberem informações de diversas fontes, é importante que exista uma forma de representar essas informações, de forma que o sistema saiba o que a informação daquela fonte significa e como ela será utilizada dentro do sistema. Porém, uma representação formal de contexto (por exemplo, utilizando uma ontologia, que defina as regras e as relações entre elas) é muito complexa e demanda



**Figura 3.5.** Modelo comportamental para as recomendações turísticas

um grande esforço. Logo, para demonstrar o comportamento do sistema utilizando uma representação menos formal foi definido o uso da ferramenta Drools.

Drools é uma solução para sistemas de gestão de regras de negócios, que provê um núcleo de motores de regras e possui um módulo de extensão (*plugin*) dedicado a IDE Eclipse para facilitar sua representação.

As regras no Drools são consideradas como partes de um conhecimento, expressas como: “Quando ocorrerem determinadas condições, executar determinadas tarefas”. A seguir um exemplo da estrutura das regras na ferramenta.

**When**

<Condição for verdadeira>

**Then**

<Executar uma ação>

A próxima Seção aborda a tradução das regras do modelo comportamental para o formato da ferramenta Drools.

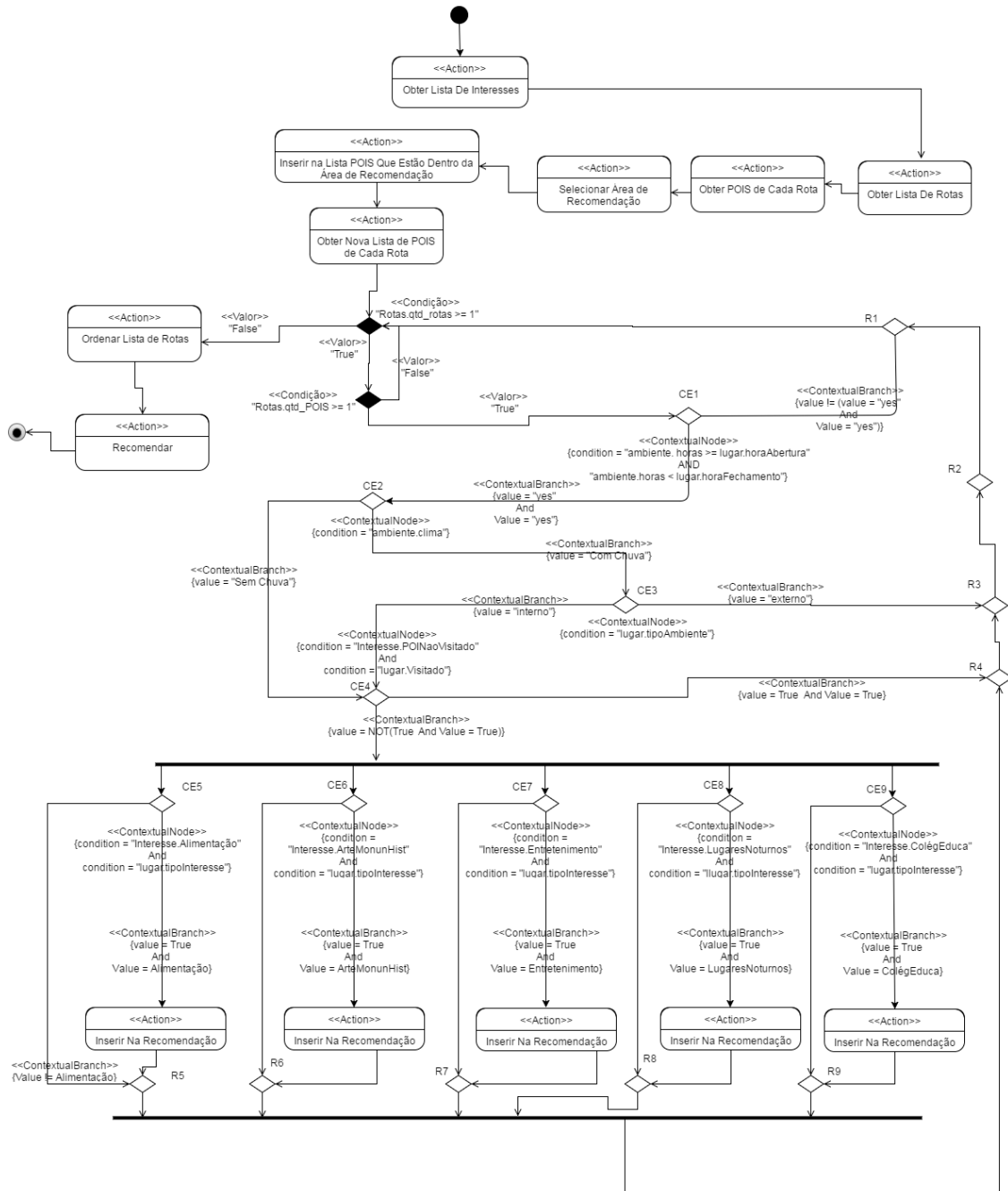


Figura 3.6. Modelo comportamental para as recomendações não turísticas

### 3.3.1. Tradução das Regras para o Formato da Drools

As regras geradas foram traduzidas no formato da ferramenta Drools, conforme apresentado no Apêndice I e foram feitas as implementações dos métodos necessários para executar as regras.

Foi utilizado o formato JSON para representar as informações de entrada e saída do algoritmo. As informações do **ambiente**(condição climática, horas) são representadas no Apêndice II, as do **perfil do usuário**(nome, horários de refeições e interesses) no Apêndice



III, as informações das **rotas** são de acordo com o Apêndice IV. As informações de saída representam o **resultado da recomendação**, conforme o Apêndice V.

---

## Resultados e Discussões

---

Esse capítulo apresenta os dois principais resultados deste trabalho: o primeiro trata-se da modelagem do contexto para o propósito de recomendação de rotas, tomando como base o *framework* conceitual apresentado no Capítulo 3; o segundo refere-se à prova de conceito, que demonstra a execução de um cenário de recomendação, proporcionado pela utilização da Drools para a representação do contexto.

### 4.1. Modelo de Contexto

Os modelos foram gerados em UML e desenhados baseado no *framework* CEManTIKA. As Figuras 3.5 e 3.6 representam os modelos gerados

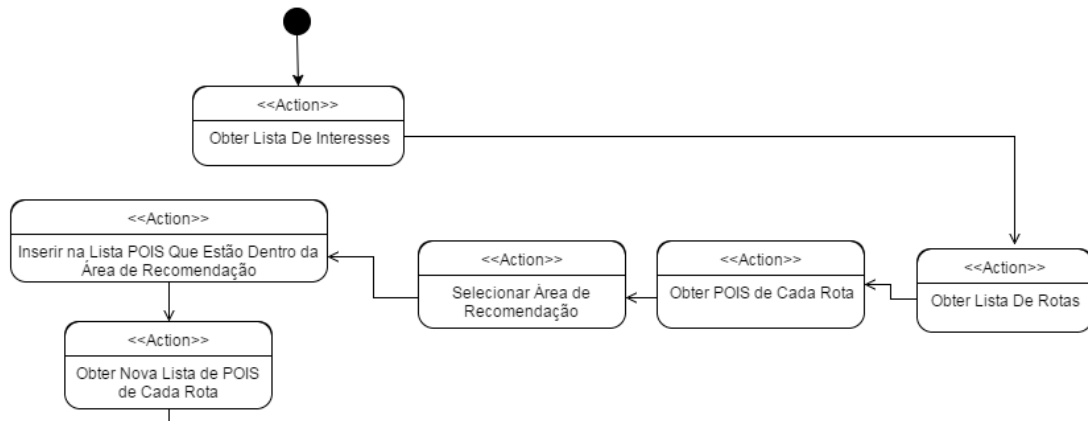
No modelo contextual, alguns elementos foram desconsiderados por não serem aplicáveis hoje, diferente do elemento contextual **Condição Climática**, que possui várias fontes de dados, uma delas é o *Weather*<sup>1</sup>. No modelo de recomendação turística, a **acessibilidade**, **visibilidade**, **economia** e **companhia** não foram considerados. Para a recomendação de rotas não turísticas, a **área de estacionamento** foi desconsiderada. Levando em consideração que os trabalhos da literatura utilizam esses elementos contextuais, porém, fazem isso em ambientes de pesquisa, controlado, e essas informações estão disponíveis ou são informadas por alguém. No entanto, ainda é um desafio criar um sistema automatizado que considere os elementos contextuais dinamicamente, pois não existem serviços automáticos que forneçam todas as informações necessárias.

Com o objetivo de tornar os modelos comportamentais flexíveis, a fim de garantir que novos elementos contextuais possam ser inseridos a qualquer momento, por exemplo, a inserção de um elemento contextual que considere o interesse do usuário em hospitais, os modelos foram divididos em quatro partes.

---

<sup>1</sup> <https://weather.com>

A primeira parte contém as ações que são responsáveis por obter as listas de interesse do usuário, de rotas e de POIs, como apresentado na Figura 4.1. Após a obter as listas anteriores, a lista de POIs é filtrada de acordo com a área de recomendação, tendo em vista que, a quantidade de POIs será proporcional ao tamanho da área de recomendação. Por exemplo, se a área de recomendação for relacionada com o meio de transporte do usuário e o usuário estiver a pé, então, a área de recomendação será menor do que se o usuário estivesse se locomovendo com um carro.

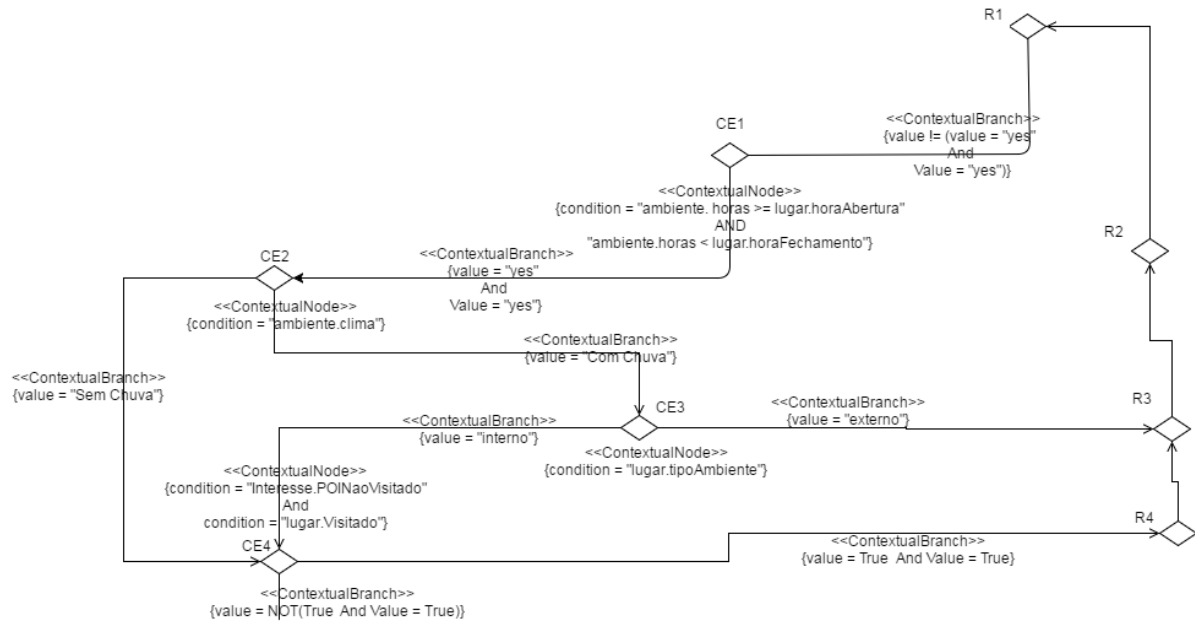


**Figura 4.1.** Primeira parte do modelo comportamental

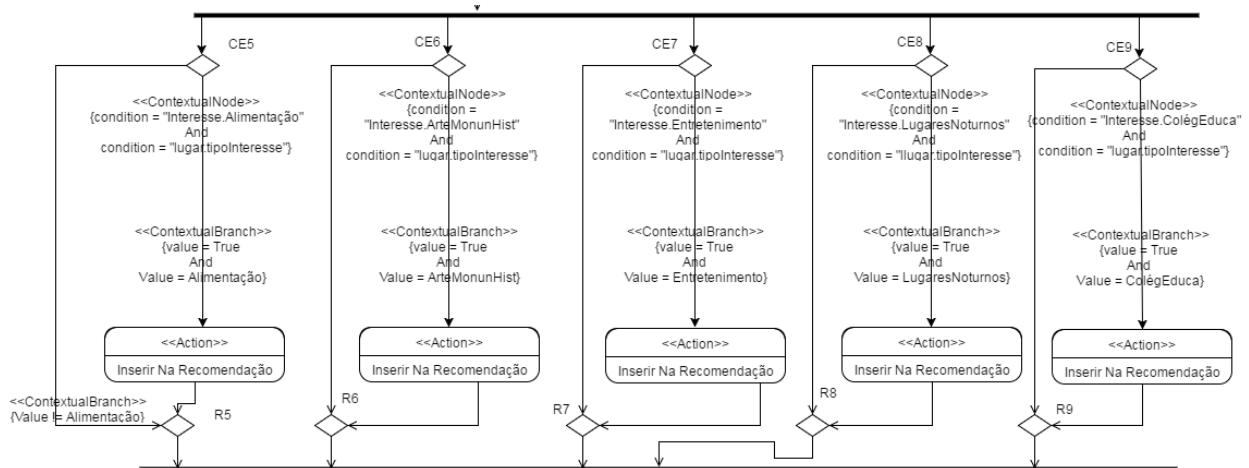
A segunda parte dos modelos comportamentais ocorre após a obtenção das listas de rotas e de POIs conforme a Figura 4.2. Essa parte aborda as informações contextuais que independem do tipo do local, por exemplo, não faz diferença saber se um POI é do tipo alimentação ou noturno para checar se está aberto ou fechado. São informações que podem ser checadas em qualquer POI e são processadas da seguinte maneira: Se o POI está aberto ou fechado, se está chovendo e o POI está localizado em um ambiente externo ou interno e se o usuário tem interesse em visitar durante uma recomendação de rotas apenas lugares que ainda não foram visitados.

A terceira parte, como demonstrada na Figura 4.3, checa o tipo do POI e o interesse do usuário, por exemplo, o sistema está analisando um POI de alimentação e o usuário tem interesse em alimentação, então esse POI será inserido na recomendação durante o percurso da rota, caso contrário, o próximo POI será analisado.

A quarta parte trata da ordenação da lista de rotas para a recomendação conforme a Figura 4.4, a ação de ordenar a lista de rotas prioriza por padrão a quantidade de POIs. Dessa forma, a lista de rotas é ordenada, evidenciando a rota com maior quantidade de POI como a primeira a ser recomendada. Caso não haja POIs em nenhuma rota, a ordenação priorizará o menor tempo de viagem de cada rota. Por outro lado, se o usuário estiver interessado em rotas com menor tempo de viagem, a recomendação priorizará as rotas que possuem a maior quantidade de POIS e menor tempo de viagem, por exemplo, uma rota com quatro POIs e com o tempo de viagem de trinta minutos será recomendada com maior



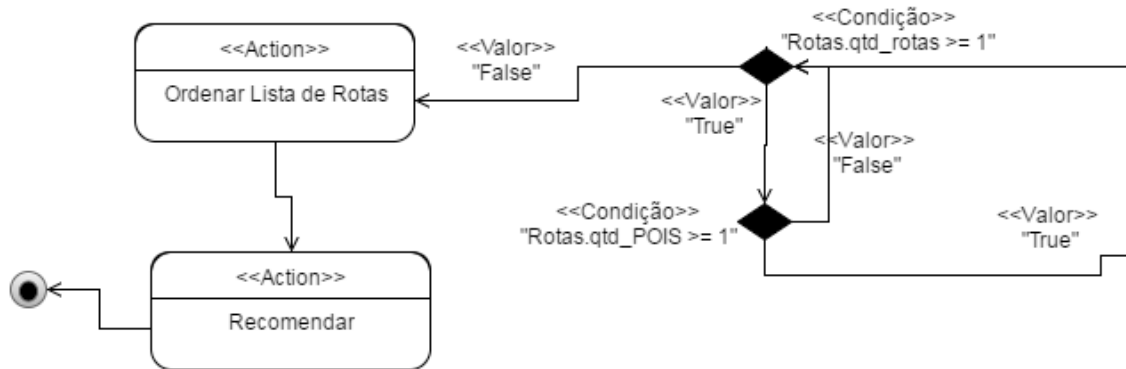
**Figura 4.2.** Segunda parte do modelo comportamental



**Figura 4.3.** Terceira parte do modelo comportamental - representação do modelo não turístico

prioridade que uma rota com quatro POIs e quarenta minutos.

Entretanto, existe um grande caminho pela frente para que o modelo comportamental seja capaz de considerar dinamicamente todos os elementos contextuais que estão presentes na vida das pessoas. A área de recomendação não é definida como um interesse pelos autores dos artigos analisados, deixando a critério do programador em como considerá-la com base nos elementos contextuais presentes no *framework* conceitual na categoria área de recomendação. Porém, para alguns usuários, a escolha da área de recomendação pode ser um fator importante, pois podem preferir uma área menor com mais quantidade de POIs, ou o contrário. Na literatura, os elementos contextuais presentes na categoria meio de locomoção do *framework* conceitual, exceto para a acessibilidade, implicam apenas na área de recomendação. Nos trabalhos analisados, o número de elementos contextuais para o meio de locomoção são baixos, tendo em vista que existem diversos meios de locomoção, como, patinete, skate, moto, etc.



**Figura 4.4.** Quarta parte do modelo comportamental

O meio em que o usuário está se locomovendo pode ser útil para diversas outras informações, assim o sistema identificando que o usuário se locomove muito com skates, por exemplo, pode considerar POIs relativos a skate como algo do interesse do usuário.

É necessário obter informações mais detalhadas sobre cada ponto de interesse, como conhecer a quantidade média de pessoas que frequentam um determinado local, pois existem pessoas que preferem ir em locais que poucas pessoas frequentam, assim como o contrário. Informações a respeito de POIs que fornecem promoções atrativas para os usuários que possuem interesse em promoções. Avaliações de determinados POIs poderiam ser consideradas, pois, usuários podem estar interessados apenas em locais com um nível de avaliação alto. Identificar se o ponto de interesse possui acesso a deficientes físicos como estacionamentos ou rampas, bem como identificar se o usuário é deficiente físico. Algumas informações referente ao perfil do usuário não são consideradas, por exemplo com a idade do usuário, determinados pontos de interesse podem não ser recomendados caso sejam inapropriados para uma criança ou adolescente.

Na literatura, não é considerado se o usuário gosta de fazer compras ou quais produtos ele costuma comprar e em quais momentos, para que então durante uma recomendação de rotas, os POIs relacionados a esses produtos possam ser indicados ao usuário. Por exemplo, um usuário que tem interesse em comprar roupas de acordo com a estação do ano, assim o sistema consegue indicar lojas de roupas quando determinada estação ocorra.

Informações referentes ao o que o usuário está fazendo no momento da recomendação não são consideradas, pois um usuário a caminho do trabalho, talvez não tenha interesse em determinados pontos de interesse, pois, o usuário necessita chegar em seu local de trabalho o mais rápido possível e apenas a rota mais curta seja de interesse. Diferente de um usuário que está viajando em suas férias, e tem interesse em indicações a qualquer momento, ou um usuário que está viajando a negócios e precisa apenas de indicações de lugares para se acomodar e se alimentar.

Ao recomendar uma rota, os trabalhos da literatura não analisam informações da rota comparadas ao meio de locomoção do usuário, por exemplo, se o usuário está de carro e

uma determinada rota possui muitos buracos, então essa rota deve ser descartada ou possuir uma prioridade menor perante as outras rotas. Para um usuário que está a pé, rotas que possuem maior movimentação são mais seguras que rotas com caminhos desertos. Para um usuário cadeirante, rotas que possuem maior quantidade de rampa de acesso são mais importantes que as rotas que não possuem.

Mesmo informações que podem ser adquiridas hoje, não são consideradas na literatura, por exemplo, a umidade do ar, a velocidade do vento e a estação do ano. Elementos como a temperatura do ambiente são facilmente calculadas, podendo ser adquirido até mesmo por um sensor presente em um *smartphone*. Com a temperatura é possível garantir que durante uma recomendação de rotas, uma praia não seja indicada a um usuário quando a temperatura for muito baixa, levando em consideração que o usuário tem interesse apenas em ir à praia em temperaturas mais elevadas.

Contudo são necessárias novas pesquisas que tratem de inserir novos elementos contextuais para o modelo comportamental afim de enriquecê-lo, e torná-lo cada vez mais automatizado e capaz de suprir as necessidades de qualquer usuário e em qualquer contexto.

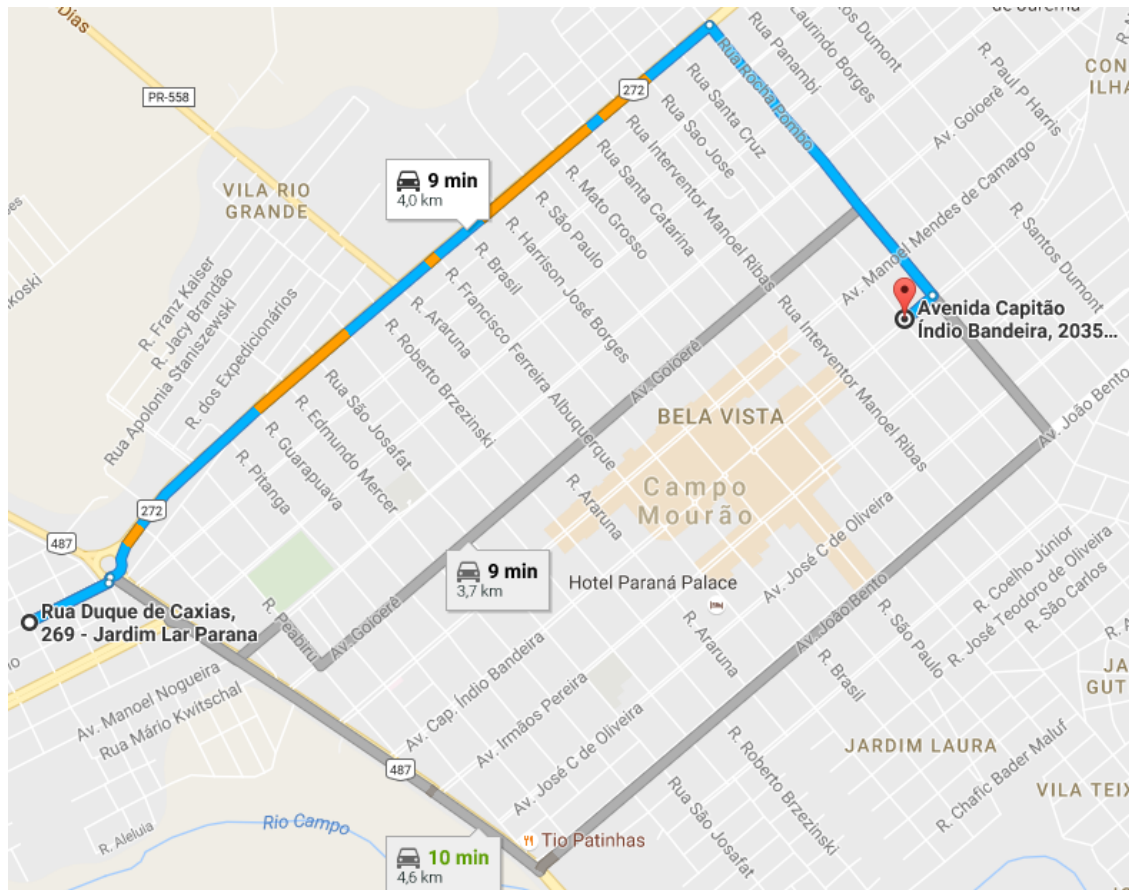
#### 4.1.1. Limitações

O metamodelo fornecido pelo *framework* CEManTIKA possui limitações, pois não tem suporte a representação de laços, tendo em vista que para todo nó contextual, deve haver um nó de recombinação, o que não permite uma condição ser checada novamente. Para a geração dos modelos contextuais a aplicação de laços foi necessária para checar se ainda existem rotas e pontos de interesse antes de iniciar a condição do primeiro nó contextual. Outro fator limitante é a falta de fontes de aquisição, que limita a automatização do sistema, fazendo com que o usuário tenha que informar dados ou o não uso de elementos contextuais que não possuem fontes de aquisição.

## 4.2. Prova de Conceito

Dois cenários foram criados para a prova de conceito, um para a recomendação de rotas turística e outro para a recomendação de rotas não turística. Para os cenários, foram criadas *personas* com seus interesses, o contexto do ambiente (Condição Climática e horas) e a requisição de recomendação, que inclui a origem, o destino e as rotas com seus pontos de interesse. A requisição de recomendação é a mesma para ambos os cenários.

A requisição de recomendação conforme a Figura 4.5 possui origem na Rua Duque de Caxias - 269, Lar Paraná e tem destino na Avenida Capitão Indio Bandeiras - 2035, Centro. A partir das coordenadas de origem e destino, três rotas podem ser analisadas para a recomendação. A primeira rota passa pela Perimetral Tancredo Neves. O usuário gasta



**Figura 4.5.** Requisição para a recomendação de rotas do cenário

noventa minutos do ponto de origem ao ponto de destino. A rota possui os POIs descritos na Tabela 4.1.

**Tabela 4.1.** Informações dos POIs referentes a rota avenida perimetral tancredo neves

Avenida Perimetral Tancredo Neves			
Nome	Tipo	Ambiente	Horário de Abertura - Fechamento
Padaria Pão Fresco	Alimentação	Interno	06:30 - 18:00
Museu Municipal	Arte e Monumentos Históricos	Interno	08:00 - 18:00
Clube Aquático	Entretenimento	Externo	08:00 - 18:00
Parque Lago Azul	Entretenimento	Externo	08:00 - 22:00
Shopping Palace	Entretenimento	Interno	10:00 - 22:00
Danceteria ao Ar Livre	Lugares Noturnos	Externo	20:00 - 05:00

A segunda rota passa pela Avenida Goioerê. O usuário gasta nove minutos do ponto de origem ao ponto de destino. A rota possui os POIS descritos na Tabela 4.2.

A terceira rota passa pela Avenida João Bento. O usuário gasta dez minutos do ponto de origem ao ponto de destino. A rota possui os POIS descritos na Tabela 4.3.

Primeiramente, considerando rotas não turísticas o seguinte cenário é apresentado: *Pedro está em Campo Mourão, que é a cidade onde mora há anos, são 23:00 horas, não está chovendo e Pedro já visitou todos os POIs de todas as rotas. Pedro está saindo de sua casa e com destino ao centro da cidade encontrar seus amigos. O sistema sabe que Pedro tem interesse em alimentação, entretenimento, lugares noturnos, não se importa em indicações de*

**Tabela 4.2.** Informações dos POIs referentes a rota avenida goioerê

Avenida Goioerê			
Nome	Tipo	Ambiente	Horário de Abertura - Fechamento
Restaurante Grill Fresco	Alimentação	Interno	18:00 - 21:00
Bar do João	Alimentação	Interno	08:00 - 21:00
Bar e Danceteria Noite e Lua	Lugares Noturnos	Interno	22:00 - 05:00
Parque Lago Roxo	Entretenimento	Externo	08:00 - 22:00
Hamburgueria Hyper Burger	Alimentação	Interno	20:00 - 02:00
Sorveteria Gela Boca	Alimentação	Interno	08:00 - 23:00
CineMin	Entretenimento	Interno	19:30 - 23:00

**Tabela 4.3.** Informações dos POIs referentes a rota avenida joão bento

Avenida João Bento			
Nome	Tipo	Ambiente	Horário de Abertura - Fechamento
Shopping Cidade	Entretenimento	Interno	10:00 - 22:00
Hamburgueria do Armando	Alimentação	Interno	20:00 - 23:00
Lanchonete Norte	Alimentação	Interno	20:30 - 03:00
Hotel as Claras	Acomodação	Interno	00:00 - 00:00
Biblioteca	Colégio e Educação	Interno	09:00 - 18:00
Parque da Cachoeira	Entretenimento	Externo	08:00 - 22:00

lugares já visitados e tempo de viagem da rota. Pedro inicia a recomendação da rota com a origem da rota em sua casa e com destino a um ponto de encontro com seus amigos no centro da cidade. Ao iniciar a recomendação de rotas, Pedro recebe a seguinte recomendação ordenada:

A primeira rota da lista a ser recomendada é a que passa pela Avenida Goioerê e possui três pontos de interesse do usuário, sendo eles:

- *Bar e Danceteria Noite e Lua*
- *Hamburgueria Hyper Burger*
- *Sorveteria Gela Boca*

A segunda rota recomendada é a que passa pela Perimetral Tancredo Neves e possui um ponto de interesse do usuário, sendo ele:

- *Danceteria ao Ar Livre*

A terceira rota recomendada é a que passa pela Avenida João Bento e possui um ponto de interesse do usuário, sendo ele:

- *Lanchonete Norte*

Por segundo, considerando rotas turísticas o seguinte cenário é apresentado: *Fernando está em Campo Mourão pela primeira vez e está saindo de uma reunião e indo para o centro da cidade para o hotel em que está hospedado, são 15:20 horas e não está chovendo. Fernando já não tem mais nada do trabalho para fazer hoje, então Fernando pretende visitar alguns lugares de seu interesse antes de chegar ao seu hotel. Fernando tem interesse em comer algo apenas em horários de refeições que são: café da manhã as 09:00 horas, almoço ao 12:00 horas, café da tarde as 15:00 e jantar as 18:00, com um limite de 1 hora para cada horário(exemplo, 09:00 até 10:00) e ir em lugares relacionados a arte, colégio e educação, lugares para se*



*distrair ou passar o resto da tarde. O sistema sabe que Fernando tem interesse em horários de alimentação, colégio e educação, entretenimento e arte e monumentos históricos. Em seguida Fernando inicia a recomendação da rota com a origem da rota no local da reunião e com destino ao hotel onde esta hospedado. Ao iniciar a recomendação de rotas, Fernando recebe a seguinte recomendação ordenada:*

A primeira rota da lista a ser recomendada é a que passa pela Perimetral Tancredo Neves e possui cinco pontos de interesse do usuário, sendo eles:

- *Padaria Pao Fresco*
- *Museu Municipal*
- *Clube Aquático*
- *Parque Lago Azul*
- *Shopping Palace*

A segunda rota recomendada é a que passa pela Avenida Goioerê e possui três pontos de interesse do usuário, sendo eles:

- *Bar do João*
- *Parque Lago Roxo*
- *Sorveteria Gela Boca*

A terceira rota recomendada é a que passa pela Avenida João Bento e possui dois pontos de interesse do usuário, sendo eles:

- *Shopping Cidade*
- *Parque da Cachoeira*

Portanto, para o primeiro cenário, após a execução das regras na ferramenta Drools o sistema infere que o usuário, dado as informações contextuais, preferirá a rota que passa pela Avenida Goioerê, por possuir uma maior quantidade de pontos de interesse do usuário, sugerindo esta rota como primeira opção na lista ordenada de resultados. Já no segundo cenário, o sistema infere que o usuário preferirá a rota que passa pela Perimetral Tancredo Neves por possuir a maior quantidade de pontos de interesse do usuário.

---

## Conclusões

---

Com o objetivo de desenvolver um modelo contextual de recomendação que seja capaz de inferir preferências por uma rota ou outra, o presente trabalho se dividiu em três partes. Primeiramente, foi identificado na literatura informações contextuais relevantes para sistemas de recomendação. A segunda parte consistiu em construir os modelos contextuais que representam o comportamento dinâmico do sistema de acordo com os interesses de cada usuário. Em seguida, os comportamentos produzidos pela modelagem foram representados por meio de regras escritas com base na ferramenta Drools. A partir dessa representação, foi realizada uma prova de conceito utilizando a ferramenta Drools, com a finalidade de exemplificar a funcionalidade dos modelos comportamentais gerados.

Os resultados mostram que existem algumas carências nos modelos contextuais. Nas fontes de aquisição, apesar de alguns elementos contextuais serem identificados e analisados na literatura, são experimentos feitos em ambientes controlados, como a visibilidade que tem o objetivo de identificar se um determinado local é visível a uma certa distância, no entanto não existem fontes que forneçam esses dados de forma automatizada, mesmo porque a visibilidade é limitada por outros fatores, como barreiras (prédios, árvores) e o relevo local. Faltam também mais elementos a serem considerados como contextuais, um exemplo são elementos relacionados ao meio de locomoção que são pouco explorados, por exemplo, analisar se um usuário está andando de skate, e recomendar pontos de interesse relacionados a skates, como pistas de skate ou lojas de equipamentos para skates. No entanto é possível gerar recomendações melhores de acordo com os interesses dos usuários. Levando em consideração que o modelo foi gerado de forma a ser flexível, a fim de garantir que novos elementos contextuais possam ser inseridas a qualquer momento, e assim garantindo uma recomendação cada vez mais aprimorada.

Para suprir a carência de fontes de aquisições, a ajuda da comunidade é essencial, pois, comentários e avaliações dos usuários possuem informações valiosas, por exemplo se o local

tem área de estacionamento e em quais horários possuem mais vagas, se um local possui acesso por um determinado meio de locomoção e se um determinado local é adequado para crianças ou somente para adultos. Para que mais elementos sejam considerados como contextuais, mais pesquisas devem ser feitas, extraindo novos elementos que sejam relacionados ao interesse dos usuários, e aplicando esses elementos em cenários de forma a testá-los, mesmo que em ambientes controlados. A partir do momento que surgem novos elementos considerados contextuais, surge também a necessidade de criar novas fontes de aquisições, e assim que essas fontes forem supridas, os elementos podem ser inseridos no modelo contextual criado nesse trabalho.

Espera-se que esse trabalho ajude a aperfeiçoar sistemas de recomendações de rotas tanto os que já consideram elementos contextuais, quanto os que ainda não consideram. Quanto mais elementos contextuais forem inseridos no modelo de contexto, mais o sistema estará próximo de ser um sistema personalizado. Com a correria do dia a dia, os usuários acabam seguindo uma rotina e perdem oportunidades de observar coisas do seu interesse, as vezes nem sabem que existem determinados locais na cidade onde moram, por não saírem da rotina. Logo, com base nos interesses do usuário um sistema personalizado pode recomendar novas rotas ao usuário, fazendo-o sair da rotina do dia a dia, gerando recomendações que possam ser mais agradáveis para o usuário. O sistema deve funcionar de forma não intrusiva, reconhecer os interesses do usuário e o contexto do mundo sem que o usuário seja incomodado. Assim o usuário necessitará apenas informar a origem, destino e ver as recomendações na rota que está seguindo.

# Apêndices

# I. Regras Implementadas na Ferramenta Drools

```

package com.rotas

import com.rotas.Ambiente;
import com.rotas.PerfilUsuario;
import com.rotas.Interesse;
import com.rotas.Rota;
import com.rotas.POI;

rule "Inserir POI alimentacao sem chuva"
when
//Binda a hora de abertura em p1 e de fechamento em p3 e checa se o POI e do tipo
    alimentacao
p : POI(p1 : getDateAbertura(), p2 : getDateFechamento(), p3 : getVisitado(), getPOIType()
    == "Alimentacao")
//Se o POI ja foi visitado e o usuario quer um POI nao visitado recebe false , caso contrario
    true. E checa se o tipo do POI e alimentacao.
i : Interesse ( checkVisitado(p3) == true , getAlimentacao() == true)
//Checa se o horario do ambiente e maior que o de abertura e menor que o de fechamento e
    checa se nao ta chovendo.
a : Ambiente( compareDateTime(p1, p2) == 1, getClima() == "Sem Chuva")
then
Recomendador.poisOutput.add(p);

end

rule "Inserir POI entretenimento sem chuva"
when
//Binda a hora de abertura em p1 e de fechamento em p3 e checa se o POI e do tipo
    entretenimento
p : POI(p1 : getDateAbertura(), p2 : getDateFechamento(), p3 : getVisitado(), getPOIType()
    == "Entretenimento")
//Se o POI ja foi visitado e o usuario quer um POI nao visitado recebe false , caso contrario
    true. E checa se o tipo do POI e entretenimento.
i : Interesse ( checkVisitado(p3) == true , getEntretenimento() == true)
//Checa se o horario do ambiente e maior que o de abertura e menor que o de fechamento e
    checa se nao ta chovendo.
a : Ambiente( compareDateTime(p1, p2) == 1, getClima() == "Sem Chuva")
then
Recomendador.poisOutput.add(p);

end

rule "Inserir POI acomodacao sem chuva"
when
//Binda a hora de abertura em p1 e de fechamento em p3 e checa se o POI e do tipo acomodacao
p : POI(p1 : getDateAbertura(), p2 : getDateFechamento(), p3 : getVisitado(), getPOIType()
    == "Acomodacao")
//Se o POI ja foi visitado e o usuario quer um POI nao visitado recebe false , caso contrario
    true. E checa se o tipo do POI e acomodacao.
i : Interesse ( checkVisitado(p3) == true , getAcomodacao() == true)
//Checa se o horario do ambiente e maior que o de abertura e menor que o de fechamento e
    checa se nao ta chovendo.
a : Ambiente( compareDateTime(p1, p2) == 1, getClima() == "Sem Chuva")
then

```

```

Recomendador.poisOutput.add(p);

end

rule "Inserir POI arte sem chuva"
when
//Binda a hora de abertura em p1 e de fechamento em p3 e checa se o POI e do tipo arte
p : POI(p1 : getDateAbertura(), p2 : getDateFechamento(), p3 : getVisitado(), getPOIType()
    == "Arte")
//Se o POI ja foi visitado e o usuario quer um POI nao visitado recebe false , caso contrario
true. E checa se o tipo do POI e arte.
i : Interesse ( checkVisitado(p3) == true, getArte() == true)
//Checa se o horario do ambiente e maior que o de abertura e menor que o de fechamento e
checa se nao ta chovendo.
a : Ambiente( compareDateTime(p1, p2) == 1, getClima() == "Sem Chuva")
then
Recomendador.poisOutput.add(p);

end

rule "Inserir POI lugaresNoturnos sem chuva"
when
//Binda a hora de abertura em p1 e de fechamento em p3 e checa se o POI e do tipo Noturno
p : POI(p1 : getDateAbertura(), p2 : getDateFechamento(), p3 : getVisitado(), getPOIType()
    == "Noturno")
//Se o POI ja foi visitado e o usuario quer um POI nao visitado recebe false , caso contrario
true. E checa se o tipo do POI e noturno.
i : Interesse ( checkVisitado(p3) == true, getLugaresNoturnos() == true)
//Checa se o horario do ambiente e maior que o de abertura e menor que o de fechamento e
checa se nao ta chovendo.
a : Ambiente( compareDateTime(p1, p2) == 1, getClima() == "Sem Chuva")
then
Recomendador.poisOutput.add(p);

end

rule "Inserir POI Colegio e educacao sem chuva"
when
//Binda a hora de abertura em p1 e de fechamento em p3 e checa se o POI e do tipo Colegio e
educacao
p : POI(p1 : getDateAbertura(), p2 : getDateFechamento(), p3 : getVisitado(), getPOIType()
    == "Educacao")
//Se o POI ja foi visitado e o usuario quer um POI nao visitado recebe false , caso contrario
true. E checa se o tipo do POI e Colegio e educacao.
i : Interesse ( checkVisitado(p3) == true, getColegEduca() == true)
//Checa se o horario do ambiente e maior que o de abertura e menor que o de fechamento e
checa se nao ta chovendo.
a : Ambiente( compareDateTime(p1, p2) == 1, getClima() == "Sem Chuva")
then
Recomendador.poisOutput.add(p);

end

rule "Inserir POI alimentacao sem chuva e esta em horario de refeicao"
when
//Binda a hora de abertura em p1 e de fechamento em p3 e checa se o POI e do tipo
alimentacao

```

```

p : POI(p1 : getDateAbertura(), p2 : getDateFechamento(), p3 : getVisitado(), getPOIType()
    == "Alimentacao")
//Se o POI ja foi visitado e o usuario quer um POI nao visitado recebe false , caso contrario
    true. E checa se o tipo do POI e alimentacao.
i : Interesse ( checkVisitado(p3) == true, getHorarioRefeic() == true)
//Checa se o horario do ambiente e maior que o de abertura e menor que o de fechamento e
    checa se nao ta chovendo.
a : Ambiente( compareDateTime(p1, p2) == 1, getClima() == "Sem Chuva", t : getDateTime())
//Checa se o horario do ambiente e maior que o da refeicao.
u : PerfilUsuario( checkTime(t) == 1)
then
Recomendador.poisOutput.add(p);

end

rule "Inserir POI alimentacao com chuva e ambiente do POI e interno"
when
//Binda a hora de abertura em p1 e de fechamento em p3, checa se o POI e do tipo acomodacao
    e checa se o ambiente do POI e interno
p : POI(p1 : getDateAbertura(), p2 : getDateFechamento(), p3 : getVisitado(), getPOIType()
    == "Alimentacao", getPOIAmbiente() == "Interno")
//Se o POI ja foi visitado e o usuario quer um POI nao visitado recebe false , caso contrario
    true. E checa se o tipo do POI e alimentacao.
i : Interesse ( checkVisitado(p3) == true, getAlimentacao() == true)
//Checa se o horario do ambiente e maior que o de abertura e menor que o de fechamento e
    checa se nao ta chovendo.
a : Ambiente( compareDateTime(p1, p2) == 1, getClima() == "Com Chuva")
then
Recomendador.poisOutput.add(p);

end

rule "Inserir POI entretenimento com chuva e ambiente do POI e interno"
when
//Binda a hora de abertura em p1 e de fechamento em p3, checa se o POI e do tipo
    entretenimento e checa se o ambiente do POI e interno
p : POI(p1 : getDateAbertura(), p2 : getDateFechamento(), p3 : getVisitado(), getPOIType()
    == "Entretenimento", getPOIAmbiente() == "Interno")
//Se o POI ja foi visitado e o usuario quer um POI nao visitado recebe false , caso contrario
    true. E checa se o tipo do POI e entretenimento.
i : Interesse ( checkVisitado(p3) == true, getEntretenimento() == true)
//Checa se o horario do ambiente e maior que o de abertura e menor que o de fechamento e
    checa se nao ta chovendo.
a : Ambiente( compareDateTime(p1, p2) == 1, getClima() == "Com Chuva")
then
Recomendador.poisOutput.add(p);

end

rule "Inserir POI acomodacao com chuva e ambiente do POI e interno"
when
//Binda a hora de abertura em p1 e de fechamento em p3, checa se o POI e do tipo acomodacao
    e checa se o ambiente do POI e interno
p : POI(p1 : getDateAbertura(), p2 : getDateFechamento(), p3 : getVisitado(), getPOIType()
    == "Acomodacao", getPOIAmbiente() == "Interno")
//Se o POI ja foi visitado e o usuario quer um POI nao visitado recebe false , caso contrario
    true. E checa se o tipo do POI e acomodacao.

```

```

i : Interesse ( checkVisitado(p3) == true , getAcomodacao() == true)
//Checa se o horario do ambiente e maior que o de abertura e menor que o de fechamento e
  checa se nao ta chovendo.
a : Ambiente( compareDateTime(p1, p2) == 1, getClima() == "Com Chuva")
then
Recomendador.poisOutput.add(p);

end

rule "Inserir POI arte com chuva e ambiente do POI e interno"
when
//Binda a hora de abertura em p1 e de fechamento em p3, checa se o POI e do tipo arte e
  checa se o ambiente do POI e interno
p : POI(p1 : getDateAbertura(), p2 : getDateFechamento(), p3 : getVisitado(), getPOIType()
  == "Arte", getPOIAmbiente() == "Interno")
//Se o POI ja foi visitado e o usuario quer um POI nao visitado recebe false , caso contrario
  true. E checa se o tipo do POI e arte.
i : Interesse ( checkVisitado(p3) == true , getArte() == true)
//Checa se o horario do ambiente e maior que o de abertura e menor que o de fechamento e
  checa se nao ta chovendo.
a : Ambiente( compareDateTime(p1, p2) == 1, getClima() == "Com Chuva")
then
Recomendador.poisOutput.add(p);

end

rule "Inserir POI lugaresNoturnos com chuva e ambiente do POI e interno"
when
//Binda a hora de abertura em p1 e de fechamento em p3, checa se o POI e do tipo Noturno e
  checa se o ambiente do POI e interno
p : POI(p1 : getDateAbertura(), p2 : getDateFechamento(), p3 : getVisitado(), getPOIType()
  == "Noturno", getPOIAmbiente() == "Interno")
//Se o POI ja foi visitado e o usuario quer um POI nao visitado recebe false , caso contrario
  true. E checa se o tipo do POI e noturno.
i : Interesse ( checkVisitado(p3) == true , getLugaresNoturnos() == true)
//Checa se o horario do ambiente e maior que o de abertura e menor que o de fechamento e
  checa se nao ta chovendo.
a : Ambiente( compareDateTime(p1, p2) == 1, getClima() == "Com Chuva")
then
Recomendador.poisOutput.add(p);

end

rule "Inserir POI Colegio e educacao com chuva e ambiente do POI e interno"
when
//Binda a hora de abertura em p1 e de fechamento em p3, checa se o POI e do tipo Colegio e
  educacao e checa se o ambiente do POI e interno
p : POI(p1 : getDateAbertura(), p2 : getDateFechamento(), p3 : getVisitado(), getPOIType()
  == "Educacao", getPOIAmbiente() == "Interno")
//Se o POI ja foi visitado e o usuario quer um POI nao visitado recebe false , caso contrario
  true. E checa se o tipo do POI e Colegio e educacao.
i : Interesse ( checkVisitado(p3) == true , getColegEduca() == true)
//Checa se o horario do ambiente e maior que o de abertura e menor que o de fechamento e
  checa se nao ta chovendo.
a : Ambiente( compareDateTime(p1, p2) == 1, getClima() == "Com Chuva")
then
Recomendador.poisOutput.add(p);

```



```
end
rule "Inserir POI alimentacao com chuva, ambiente do POI e interno e esta em horario de
    refeicao "
when
//Binda a hora de abertura em p1 e de fechamento em p3, checa se o POI e do tipo acomodacao
    e checa se o ambiente do POI e interno
p : POI(p1 : getDateAbertura(), p2 : getDateFechamento(), p3 : getVisitado(), getPOIType()
    == "Alimentacao", getPOIAmbiente() == "Interno")
//Se o POI ja foi visitado e o usuario quer um POI nao visitado recebe false, caso contrario
    true. E checa se o tipo do POI e alimentacao.
i : Interesse ( checkVisitado(p3) == true, getHorarioRefeic() == true)
//Checa se o horario do ambiente e maior que o de abertura e menor que o de fechamento e
    checa se nao ta chovendo.
a : Ambiente( compareDateTime(p1, p2) == 1, getClima() == "Com Chuva", t : getDateTime())
//Checa se o horario do ambiente e maior ou igual ao da refeicao.
u : PerfilUsuario( checkTime(t) == 1)
then
Recomendador.poisOutput.add(p);
end
```

## II. Arquivo JSON Com os Dados do Ambiente

```
{  
  "clima" : "Sem Chuva",  
  "horas" : "23:00"  
}
```

### III. Arquivo JSON Com os Dados do Perfil do Usuário

```
{
  "Name" : "Pedro",
  "Cafe" : "09:00",
  "Almoco" : "12:00",
  "CafeTarde" : "15:00",
  "Jantar" : "18:00",
  "horarioMargem" : "60"
  "Interesses" : {
    "alimentacao" : true,
    "arte" : false,
    "lugaresNoturnos" : true,
    "acomodacao" : true,
    "entretenimento" : true,
    "colegEduca" : false,
    "lugarNaoVisi" : false,
    "horarioRefei" : false,
    "tempo" : false
  }
}
```

## IV. Arquivo JSON Com os Dados das Rotas

```
[
  {
    "name" : "Perimetral Tancredo Neves",
    "duracao" : 9,
    "POIS" : [
      {
        "name" : "Padaria Pao Fresco",
        "tipo" : "Alimentacao",
        "ambiente" : "Interno",
        "visitado" : false ,
        "horaAbertura" : "06:30",
        "horaFechamento" : "18:00"
      },
      {
        "name" : "Museu Municipal",
        "tipo" : "Arte",
        "ambiente" : "Interno",
        "visitado" : false ,
        "horaAbertura" : "08:00",
        "horaFechamento" : "18:00"
      },
      {
        "name" : "Clube Aquatico",
        "tipo" : "Entretenimento",
        "ambiente" : "Externo",
        "visitado" : false ,
        "horaAbertura" : "08:00",
        "horaFechamento" : "18:00"
      },
      {
        "name" : "Parque Lago Azul",
        "tipo" : "Entretenimento",
        "ambiente" : "Externo",
        "visitado" : false ,
        "horaAbertura" : "08:00",
        "horaFechamento" : "22:00"
      },
      {
        "name" : "Shopping Palace",
        "tipo" : "Entretenimento",
        "ambiente" : "Interno",
        "visitado" : false ,
        "horaAbertura" : "10:00",
        "horaFechamento" : "22:00"
      },
      {
        "name" : "Danceteria ao Ar Livre",
        "tipo" : "Noturno",
        "ambiente" : "Externo",
        "visitado" : false ,
        "horaAbertura" : "20:00",
        "horaFechamento" : "05:00"
      }
    ]
  }
]
```

```

    },
    {
      "name" : "Av. Goioere",
      "duracao" : 9,
      "POIS" : [
        {
          "name" : "Restaurante Grill Fresco",
          "tipo" : "Alimentacao",
          "ambiente" : "Interno",
          "visitado" : false,
          "horaAbertura" : "18:00",
          "horaFechamento" : "21:00"
        },
        {
          "name" : "Bar do Joao",
          "tipo" : "Alimentacao",
          "ambiente" : "Interno",
          "visitado" : false,
          "horaAbertura" : "08:00",
          "horaFechamento" : "21:00"
        },
        {
          "name" : "Bar e Danceteria Noite e Lua",
          "tipo" : "Noturno",
          "ambiente" : "Interno",
          "visitado" : false,
          "horaAbertura" : "22:00",
          "horaFechamento" : "05:00"
        },
        {
          "name" : "Sorveteria Gela Boca",
          "tipo" : "Alimentacao",
          "ambiente" : "Interno",
          "visitado" : false,
          "horaAbertura" : "08:00",
          "horaFechamento" : "23:30"
        },
        {
          "name" : "Hamburgueria Hyper Burguer",
          "tipo" : "Alimentacao",
          "ambiente" : "Interno",
          "visitado" : false,
          "horaAbertura" : "20:00",
          "horaFechamento" : "02:00"
        },
        {
          "name" : "CineMin",
          "tipo" : "Entretenimento",
          "ambiente" : "Interno",
          "visitado" : false,
          "horaAbertura" : "19:30",
          "horaFechamento" : "23:00"
        }
      ]
    }
  ],
  {
    "name" : "Av. Joao Bento",
    "duracao" : 10,

```

```
"POIS" : [  
  {  
    "name" : "Shopping Cidade",  
    "tipo" : "Entretenimento",  
    "ambiente" : "Interno",  
    "visitado" : false ,  
    "horaAbertura" : "10:00",  
    "horaFechamento" : "22:00"  
  },  
  {  
    "name" : "Hamburgueria do Armando",  
    "tipo" : "Alimentacao",  
    "ambiente" : "Interno",  
    "visitado" : false ,  
    "horaAbertura" : "20:00",  
    "horaFechamento" : "23:00"  
  },  
  {  
    "name" : "Lanchonete Norte",  
    "tipo" : "Alimentacao",  
    "ambiente" : "Interno",  
    "visitado" : false ,  
    "horaAbertura" : "20:30",  
    "horaFechamento" : "03:00"  
  },  
  {  
    "name" : "Hotel as Claras",  
    "tipo" : "Acomodacao",  
    "ambiente" : "Interno",  
    "visitado" : false ,  
    "horaAbertura" : "00:00",  
    "horaFechamento" : "00:00"  
  },  
  {  
    "name" : "Biblioteca",  
    "tipo" : "Educacao",  
    "ambiente" : "Interno",  
    "visitado" : false ,  
    "horaAbertura" : "09:00",  
    "horaFechamento" : "18:00"  
  },  
  {  
    "name" : "Parque da Cachoeira",  
    "tipo" : "Entretenimento",  
    "ambiente" : "Externo",  
    "visitado" : false ,  
    "horaAbertura" : "08:00",  
    "horaFechamento" : "22:00"  
  }  
]  
]
```

## V. Arquivo JSON Gerado Como Resultado

```
[
  {
    "Duracao": 9,
    "QtdPOIS": 3,
    "POIS": [
      {
        "Tipo": "Noturno",
        "Name": "Bar e Danceteria Noite e Lua"
      },
      {
        "Tipo": "Alimentacao",
        "Name": "Hamburgueria Hyper Burguer"
      },
      {
        "Tipo": "Alimentacao",
        "Name": "Sorveteria Gela Boca"
      }
    ],
    "Name": "Av. Goioere"
  },
  {
    "Duracao": 10,
    "QtdPOIS": 2,
    "POIS": [
      {
        "Tipo": "Alimentacao",
        "Name": "Lanchonete Norte"
      },
      {
        "Tipo": "Acomodacao",
        "Name": "Hotel as Claras"
      }
    ],
    "Name": "Av. Joao Bento"
  },
  {
    "Duracao": 9,
    "QtdPOIS": 1,
    "POIS": [
      {
        "Tipo": "Noturno",
        "Name": "Danceteria ao Ar Livre"
      }
    ],
    "Name": "Perimetral Tancredo Neves"
  }
]
```

# Referências

---

AGUIAR, A. et al. Leveraging electronic ticketing to provide personalized navigation in a public transport network. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, v. 13, n. 1, p. 213–220, March 2012. ISSN 1524-9050.

ASENDORPF, J. *Psychologie Der Persönlichkeit*. [S.l.]: Springer, 2004.

BALLATORE, Andrea; BERTOLOTTO, Michela. Personalizing maps. *Commun. ACM*, ACM, New York, NY, USA, v. 58, n. 12, p. 68–74, nov. 2015. ISSN 0001-0782. Disponível em: <<http://doi.acm.org/10.1145/2756546>>.

BALLATORE, Andrea et al. Recomap: An interactive and adaptive map-based recommender. In: *Proceedings of the 2010 ACM Symposium on Applied Computing*. New York, NY, USA: ACM, 2010. (SAC '10), p. 887–891. ISBN 978-1-60558-639-7. Disponível em: <<http://doi.acm.org/10.1145/1774088.1774273>>.

BALTRUNAS, Linas et al. Context relevance assessment and exploitation in mobile recommender systems. *Personal Ubiquitous Comput.*, Springer-Verlag, London, UK, UK, v. 16, n. 5, p. 507–526, jun. 2012. ISSN 1617-4909. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1007/s00779-011-0417-x>>.

BAO, Jie; ZHENG, Yu; MOKBEL, Mohamed F. Location-based and preference-aware recommendation using sparse geo-social networking data. In: *Proceedings of the 20th International Conference on Advances in Geographic Information Systems*. New York, NY, USA: ACM, 2012. (SIGSPATIAL '12), p. 199–208. ISBN 978-1-4503-1691-0. Disponível em: <<http://doi.acm.org/10.1145/2424321.2424348>>.

BAO, Jie et al. Recommendations in location-based social networks: A survey. *Geoinformatica*, Kluwer Academic Publishers, Hingham, MA, USA, v. 19, n. 3, p. 525–565, jul. 2015. ISSN 1384-6175. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1007/s10707-014-0220-8>>.

BARRANCO, Manuel J. et al. Management intelligent systems: First international symposium. In: CASILLAS, Jorge; MARTÍNEZ-LÓPEZ, J. Francisco; RODRÍGUEZ, Manuel Juan Corchado (Ed.). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2012. cap. A Context-Aware Mobile Recommender System Based on Location and Trajectory, p. 153–162. ISBN 978-3-642-30864-2. Disponível em: <[http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-30864-2\\_15](http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-30864-2_15)>.

BRAFMAN, Ronen I.; DOMSHLAK, Carmel . Preference handling - an introductory tutorial. *AI Magazine*, 2009.

CAMPIGOTTO, Paolo et al. Personalized and situation-aware multimodal route recommendations: the FAVOUR algorithm. *CoRR*, abs/1602.09076, 2016. Disponível em: <<http://arxiv.org/abs/1602.09076>>.



CHEN, C. et al. Tripplanner: Personalized trip planning leveraging heterogeneous crowdsourced digital footprints. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, v. 16, n. 3, p. 1259–1273, June 2015. ISSN 1524-9050.

CHIANG, Hsiu-Sen; HUANG, Tien-Chi. User-adapted travel planning system for personalized schedule recommendation. *Inf. Fusion*, Elsevier Science Publishers B. V., Amsterdam, The Netherlands, The Netherlands, v. 21, p. 3–17, jan. 2015. ISSN 1566-2535. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.inffus.2013.05.011>>.

DEY, Anind K.; ABOWD, Gregory D.; SALBER, Daniel. A conceptual framework and a toolkit for supporting the rapid prototyping of context-aware applications. *Hum.-Comput. Interact.*, L. Erlbaum Associates Inc., Hillsdale, NJ, USA, v. 16, n. 2, p. 97–166, 2001. Disponível em: <[http://dx.doi.org/10.1207/S15327051HCI16234\\_02](http://dx.doi.org/10.1207/S15327051HCI16234_02)>.

FILHO, J Lisboa. Projeto conceitual de banco de dados geográficos através da reutilização de esquemas, utilizando padrões de análise e um framework conceitual. Porto Alegre, 2000.

GAVALAS, D. et al. Web application for recommending personalised mobile tourist routes. *IET Software*, v. 6, n. 4, p. 313–322, August 2012. ISSN 1751-8806.

KODAMA, Kazuki et al. Skyline queries based on user locations and preferences for making location-based recommendations. In: *Proceedings of the 2009 International Workshop on Location Based Social Networks*. New York, NY, USA: ACM, 2009. (LBSN '09), p. 9–16. ISBN 978-1-60558-860-5. Disponível em: <<http://doi.acm.org/10.1145/1629890.1629893>>.

KURASHIMA, Takeshi et al. Travel route recommendation using geotags in photo sharing sites. In: *Proceedings of the 19th ACM International Conference on Information and Knowledge Management*. New York, NY, USA: ACM, 2010. (CIKM '10), p. 579–588. ISBN 978-1-4503-0099-5. Disponível em: <<http://doi.acm.org/10.1145/1871437.1871513>>.

LIU, H. l.; LI, J. h.; PENG, J. A novel recommendation system for the personalized smart tourism route: Design and implementation. In: *Cognitive Informatics Cognitive Computing (ICCI\*CC), 2015 IEEE 14th International Conference on*. [S.l.: s.n.], 2015. p. 291–296.

LIU, Xin et al. Personalized point-of-interest recommendation by mining users' preference transition. In: *Proceedings of the 22Nd ACM International Conference on Information & Knowledge Management*. New York, NY, USA: ACM, 2013. (CIKM '13), p. 733–738. ISBN 978-1-4503-2263-8. Disponível em: <<http://doi.acm.org/10.1145/2505515.2505639>>.

MORSE, David R.; ARMSTRONG, Stephen; DEY, Anind K. The what, who, where, when, why and how of context-awareness. In: *CHI '00 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems*. New York, NY, USA: ACM, 2000. (CHI EA '00), p. 371–371. ISBN 1-58113-248-4. Disponível em: <<http://doi.acm.org/10.1145/633292.633518>>.

NOGUERA, José M. et al. A mobile 3d-gis hybrid recommender system for tourism. *Information Sciences*, v. 215, p. 37 – 52, 2012. ISSN 0020-0255. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0020025512003544>>.

OMG. *Object Management Group*. 2007. [Http://www.omg.org/spec/UML/2.1.2/](http://www.omg.org/spec/UML/2.1.2/). Acessado em: 20/05/2016.

PARK, Moon-Hee; HONG, Jin-Hyuk; CHO, Sung-Bae. Ubiquitous intelligence and computing: 4th international conference, uic 2007, hong kong, china, july 11-13, 2007. proceedings. In: INDULSKA, Jadwiga et al. (Ed.). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2007. cap. Location-Based Recommendation System Using Bayesian User's Preference Model in Mobile Devices, p. 1130–1139. ISBN 978-3-540-73549-6. Disponível em: <[http://dx.doi.org/10.1007/978-3-540-73549-6\\\_110](http://dx.doi.org/10.1007/978-3-540-73549-6\_110)>.

RODRÍGUEZ, Beatriz et al. Interactive design of personalised tourism routes. *Tourism Management*, v. 33, n. 4, p. 926 – 940, 2012. ISSN 0261-5177. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0261517711001993>>.

SANTIAGO, Fernando Martínez et al. Geoasis: A knowledge-based geo-referenced tourist assistant. *Expert Systems with Applications*, v. 39, n. 14, p. 11737 – 11745, 2012. ISSN 0957-4174. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S095741741200677X>>.

SAVAGE, Norma Saiph et al. Advances in location-based services: 8th international symposium on location-based services, vienna 2011. In: GARTNER, Georg; ORTAG, Felix (Ed.). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2012. cap. I'm feeling LoCo: A Location Based Context Aware Recommendation System, p. 37–54. ISBN 978-3-642-24198-7. Disponível em: <[http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-24198-7\\\_3](http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-24198-7\_3)>.

TRUONG, Khai N.; ABOWD, Gregory D.; BROTHERTON, Jason A. Who, what, when, where, how: Design issues of capture & access applications. In: *Proceedings of the 3rd International Conference on Ubiquitous Computing*. London, UK, UK: Springer-Verlag, 2001. (UbiComp '01), p. 209–224. Disponível em: <<http://dl.acm.org/citation.cfm?id=647987.741319>>.

VANSTEENWEGEN, Pieter et al. The city trip planner: An expert system for tourists. *Expert Systems with Applications*, v. 38, n. 6, p. 6540 – 6546, 2011. ISSN 0957-4174. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0957417410013230>>.

VIEIRA, V. *CEManTIKA: A domain-independent framework for designing context-sensitive systems*. Tese (Doutorado), 2008.

VIEIRA, V.; TEDESCO, P.; SALGADO. Modelos e processos para o desenvolvimento de sistemas sensíveis ao contexto. Technical report, CIn - UFPE, 2009.

VIEIRA, Vaninha; TEDESCO, Patricia; SALGADO, Ana Carolina. Designing context-sensitive systems: An integrated approach. *Expert Systems with Applications*, v. 38, n. 2, p. 1119 – 1138, 2011. ISSN 0957-4174. Intelligent Collaboration and Design. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0957417410004173>>.

VIEIRA, V. et al. Investigating the specificities of contextual elements management: The cemanika approach. Proc. of the 6th International and Interdisciplinary Conference on Modeling and Using Context, 2007.

YANG, Wan-Shiou; HWANG, San-Yih. itravel: A recommender system in mobile peer-to-peer environment. *Journal of Systems and Software*, v. 86, n. 1, p. 12 – 20, 2013. ISSN 0164-1212. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0164121212001768>>.

YING, Josh Jia-Ching et al. Mining user check-in behavior with a random walk for urban point-of-interest recommendations. *ACM Trans. Intell. Syst. Technol.*, ACM, New York, NY, USA, v. 5, n. 3, p. 40:1–40:26, set. 2014. ISSN 2157-6904. Disponível em: <<http://doi.acm.org/10.1145/2523068>>.

YING, Josh Jia-Ching et al. Urban point-of-interest recommendation by mining user check-in behaviors. In: *Proceedings of the ACM SIGKDD International Workshop on Urban Computing*. New York, NY, USA: ACM, 2012. (UrbComp '12), p. 63–70. ISBN 978-1-4503-1542-5. Disponível em: <<http://doi.acm.org/10.1145/2346496.2346507>>.