

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
FACULDADE DE LETRAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM LINGUÍSTICA**

Vanessa Maria Ramos Lopes Paiva

**RECOMENDAÇÃO AUTOMÁTICA DE ATRAÇÕES TURÍSTICAS A PARTIR DA
ANÁLISE SEMÂNTICA DE COMENTÁRIOS DE USUÁRIOS DE PLATAFORMAS
COLABORATIVAS: UMA APLICAÇÃO DA FRAMENET BRASIL**

Juiz de Fora
2019

Vanessa Maria Ramos Lopes Paiva

**RECOMENDAÇÃO AUTOMÁTICA DE ATRAÇÕES TURÍSTICAS A PARTIR DA
ANÁLISE SEMÂNTICA DE COMENTÁRIOS DE USUÁRIOS DE PLATAFORMAS
COLABORATIVAS: UMA APLICAÇÃO DA FRAMENET BRASIL**

Dissertação de mestrado apresentada ao programa de Pós-Graduação em Linguística da Faculdade de Letras da Universidade Federal de Juiz de Fora, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Linguística.

Orientador: Professor Doutor Tiago Timponi Torrent

**Juiz de Fora
Agosto de 2019**

Vanessa Maria Ramos Lopes Paiva

**RECOMENDAÇÃO AUTOMÁTICA DE ATRAÇÕES TURÍSTICAS A PARTIR DA
ANÁLISE SEMÂNTICA DE COMENTÁRIOS DE USUÁRIOS DE PLATAFORMAS
COLABORATIVAS: UMA APLICAÇÃO DA FRAMENET BRASIL**

Dissertação de Mestrado submetida ao programa de Pós-Graduação em Linguística da Faculdade de Letras da Universidade Federal de Juiz de Fora, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Linguística.

Aprovada no dia 30 de agosto de 2019

BANCA EXAMINADORA

Presidente, Prof. Dr. Tiago Timponi Torrent – UFJF

Prof. Dr. Ely Edison da Silva Matos – UFJF

Prof. Dr. Sandro Rigo – UNISINOS

*“A ciência nunca resolve um problema
sem criar pelo menos outros dez”*

George Bernard Shaw

AGRADECIMENTOS

Início meus agradecimentos à Universidade Federal de Juiz de Fora que possibilitou meu ingresso na vida acadêmica onde pude desfrutar de estudos fundamentais para o meu desenvolvimento profissional. Agradeço, igualmente, à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal do Ensino Superior – CAPES – por todo o suporte durante a pós-graduação.

Agradeço muito ao meu orientador, Tiago Torrent, por toda a atenção dispensada durante esse processo e pela disponibilidade e paciência, qualidades fundamentais - de um verdadeiro orientador - para que um estudante se sinta seguro no momento do despertar da pesquisa. Agradeço também por todas as ideias e desafios que foram lançados durante esses anos, a partir dos quais desenvolvi diversas habilidades e muito amadurecimento.

Agradeço a todos do projeto FrameNet Brasil por toda a contribuição que foi dispensada para que este trabalho acontecesse. Agradeço, em especial, ao Ely Matos pela grande colaboração com os testes computacionais e por todo o conhecimento compartilhado nesses anos. Todos foram fundamentais com cada ajuda, no entanto, é essencial agradecer, de forma especial, aos amigos Alexandre, Vânia, Natália e Simone que me ajudaram a crescer na vida acadêmica. Ao Alexandre, agradeço todo o compartilhamento de ideias, de projetos, de valores de vida, além de todo o estímulo para que eu pudesse aprimorar minhas habilidades no inglês.

Os amigos são a oportunidade de construir uma nova família, ou seja, um futuro totalmente diferente do seu passado. Assim, agradeço muito à Franciele Pimentel, uma grande amiga e uma confidente que me estimulou desde o processo seletivo para a turma de mestrado. Suas contribuições e sua escuta fizeram desse período da minha vida algo mais saudável. Também agradeço ao amigo Luciano Chinelato pelas conversas sobre tecnologia que me inspiraram muito a escrever e por sempre ser uma pessoa maravilhosa na minha jornada.

Agradeço à minha mãe Maria Aparecida pelo estímulo de sempre me fazer estudar e por me fazer buscar a minha independência e segurança através da minha profissão e dos meus estudos. Agradeço principalmente ao meu marido Jonathan que é um companheiro de vida, sobretudo nesse processo tão difícil que é a escrita de uma dissertação. Obrigada por ser uma escuta atenta e uma luz nessa jornada acadêmica tão solitária. Se tudo foi possível, foi pela sua alegria e pelo seu apoio em enfrentar esse desafio comigo.

E finalmente, agradeço à Deus por me dar essa oportunidade que foi e ainda é um sonho para mim.

RESUMO

O presente trabalho faz parte do projeto FrameNet Brasil (FN-Br) (SALOMÃO et al., 2009) e, por conseguinte, se enquadra nas discussões teórico-metodológicas relacionadas à Semântica de Frames (FILLMORE, 1982) e às relações Qualia (PUSTEJOVSKY, 1995), uma vez que propõe a aplicabilidade de recursos computacionais, a partir da modelagem de frames de domínio específico. Nesse contexto, este trabalho possui como base de investigação duas questões fundamentais: (i) como o turista pode fazer o planejamento de uma viagem de modo mais eficaz, sem precisar recorrer a vários guias de viagem, e assim, demandando menos tempo; (ii) como o turista pode obter informações mais específicas sobre atrações turísticas, tais como “atração para crianças” ou “restaurante com acessibilidade para idosos”. Dessa forma, essas questões norteiam este trabalho, dado que possibilitam a análise de como a Semântica de Frames pode auxiliar esse turista na procura de uma melhor experiência turística. Nessa perspectiva, esta dissertação visa realizar um levantamento de frames relacionados ao domínio específico do turismo, focando na investigação dos frames de interesse secundário, isto é, aqueles que não se restringem a esse domínio específico, dessa forma, esses frames são modelados na base de dados da FrameNet Brasil. Esse levantamento de frames secundários se dá através da análise semântica de comentários de turistas, do Google Places. Além disso, esta dissertação propõe a modelagem desses frames assim como a modelagem das relações Qualia ternárias, com o objetivo de testar o desempenho do sistema de recomendação, desenvolvido pela FrameNet Brasil, a partir da interação entre o turista e o *chatbot*. Portanto, esta dissertação busca demonstrar como os frames de interesse secundário, da Semântica de Frames, juntamente com as relações Qualia ternárias podem auxiliar no desenvolvimento de recursos computacionais e, mais especificamente, proporcionar ao turista uma interação com o aplicativo mais eficaz.

Palavras-chave: Semântica de Frames. FrameNet Brasil. Compreensão de Língua Natural. Chatbots.

ABSTRACT

The present work is part of the FrameNet Brasil project (FN-Br) (SALOMÃO et al., 2009) and, therefore, fits in the theoretical-methodological discussions related to Frame Semantics (FILLMORE, 1982) and Qualia relations (PUSTEJOVSKY, 1995), since it proposes the applicability of computational resources, from the modeling of domain-specific frames. In this context, this thesis has as its basis of investigation two fundamental questions: (i) how can the tourist make the planning of a trip more effectively, without having to search in several travel guides, thus demanding less time; (ii) how tourists can get more specific information about tourist attractions, such as “attraction for children” or “restaurant with accessibility for the elderly”. Thus, these questions guide this work, as they enable the analysis of how Frame Semantics can assist this tourist in the search for a better tourist experience. From this perspective, this thesis aims to survey frames related to the specific domain of tourism, focusing on the investigation of frames of secondary interest, that is, those that are not restricted to this specific domain, thus, these frames are modeled on the FrameNet Brasil database. This secondary frame survey is taken through the semantic analysis of tourist comments from Google Places. In addition, this thesis proposes the modeling of these frames as well as the modeling of ternary Qualia relations, in order to test the performance of the recommendation system developed by FrameNet Brasil, based on the interaction between the tourist and the chatbot. Therefore, this thesis seeks to demonstrate how frames of secondary interest, from Frame Semantics, together with ternary Qualia relations can assist in the development of computational resources and, more specifically, and provide the tourist with a more effective interaction with the application.

Keywords: Frame Semantics. FrameNet Brasil. Natural Language Understanding. Chatbots.

SUMÁRIO

| | |
|---|------------|
| LISTA DE FIGURAS | IX |
| LISTA DE GRÁFICOS..... | XI |
| LISTA DE QUADROS | XII |
| LISTA DE TABELAS..... | XIII |
| INTRODUÇÃO | 14 |
| 1 REPRESENTAÇÃO SEMÂNTICA | 17 |
| 1.1 Linguística Computacional..... | 17 |
| 1.2 Histórico da Compreensão de Língua Natural | 28 |
| 1.3 Princípios da Representação Semântica | 42 |
| 1.4 Abordagens da Representação Semântica | 47 |
| 1.4.1 <i>PropBank e Abstract Meaning Representation</i> | 48 |
| 1.4.2 <i>Teoria do Léxico Gerativo</i> | 52 |
| 2 REPRESENTAÇÃO SEMÂNTICA BASEADA EM FRAMES | 59 |
| 2.1 FrameNet..... | 59 |
| 2.1.1 <i>Estrutura de dados</i> | 60 |
| 2.1.2 <i>Tipos de anotação</i> | 66 |
| 2.2 FrameNet Brasil | 69 |
| 3 METODOLOGIA..... | 76 |
| 3.1 Levantamento dos frames de interesse turístico secundário | 76 |
| 3.2 Proposição de Relações entre as ULs..... | 87 |
| 3.3 Teste de desempenho do Sistema de Recomendação do aplicativo m.knob..... | 91 |
| 4 FRAMES E QUALIA PARA SUGESTÃO AUTOMÁTICA DE ATRAÇÕES TURÍSTICAS | 98 |
| 4.1 Frames de Interesse Secundário..... | 98 |
| 4.2 Relações Qualia Ternárias para o Turismo..... | 107 |
| 4.3. O Sistema de Recomendação do m.knob | 123 |
| 5. TESTE DE DESEMPENHO DO SISTEMA DE SUGESTÃO AUTOMÁTICA DE ATRAÇÕES TURÍSTICAS BASEADO EM FRAMES E QUALIA | 130 |
| 5.1 Teste de Julgamento de Probabilidade das Sentenças | 130 |
| 5.2 Teste do Sistema de Recomendação..... | 133 |
| 5.2.1 <i>Avaliação da Representação Semântica Baseada Exclusivamente em Frames</i> | 135 |
| 5.2.2 <i>Avaliação da Representação Semântica Baseada em Frames e Qualia</i> | 139 |
| 6 CONCLUSÕES | 158 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 161 |

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|-----|
| Figura 1: Modelo de Markov (MANNING & SCHÜTZE, 1999)..... | 24 |
| Figura 2: Resultados sugeridos pelo Google a partir da sequência de caracteres “or” . | 25 |
| Figura 3: Resultados sugeridos pelo Google a partir da sequência de caracteres “ori” | 26 |
| Figura 4: Interação no WhatsApp | 27 |
| Figura 5: Interação no ELIZA (ALLEN, 1987)..... | 33 |
| Figura 6: Amostra de dados do ELIZA (ALLEN, 1987)..... | 36 |
| Figura 7: Redes neurais a partir da interação com o JULIA (MAULDIN, 1994)..... | 37 |
| Figura 8: Exemplo de interação do JULIA (MAULDIN, 1994)..... | 38 |
| Figura 9: Exemplo de categoria AIML (NEVES & BARROS, 2005)..... | 39 |
| Figura 10: Exemplo de interação do A.L.I.C.E. (COMORELLA & CAFÉ, 2008)..... | 40 |
| Figura 11: Valências sintática e semântica (HELBIG, 2006, p. 92) | 46 |
| Figura 12: Representação das relações qualia (PUSTEJOVSKY, 2016, p. 8) | 55 |
| Figura 13: Resultado da busca no Lexical Unit Index por <i>foreigner.n</i> | 61 |
| Figura 14: Definição do frame <i>People_by_origin</i> acessível através do Frame Index | 62 |
| Figura 15: Elementos de Frame (EFs) do frame <i>People_by_origin</i> | 62 |
| Figura 16: Exemplo da ferramenta FrameGrapher..... | 63 |
| Figura 17: Relações do frame <i>Employment_scenario</i> no Frame Grapher | 64 |
| Figura 18: Anotação lexicográfica da FrameNet Berkeley (RUPPENHOFER et al., 2010, p. 32) | 66 |
| Figura 19: Frame <i>Acomodação</i> na FrameNet Brasil..... | 70 |
| Figura 20: Entrada lexical da UL <i>hotel.n</i> | 71 |
| Figura 21: Sentenças com a UL alvo <i>hotel.n</i> anotadas | 71 |
| Figura 22: Anotação lexicográfica na FN-Br com a UL alvo <i>hotel.n</i> | 72 |
| Figura 23: Relações do frame <i>Acomodação</i> no Grapher..... | 73 |
| Figura 24: Frame de <i>Pessoas_por_religião</i> | 78 |
| Figura 25: Busca pelo adjetivo <i>lindo.a</i> no Word Sketch | 83 |
| Figura 26: Word List do Sketch Engine | 84 |
| Figura 27: Ferramenta n-grams do Sketch Engine..... | 87 |
| Figura 28: Frame de <i>Documentos</i> | 88 |
| Figura 29: Relações ternárias na UL <i>passaporte.n</i> | 89 |
| Figura 30: Relações qualia na UL <i>passaporte.n</i> | 90 |
| Figura 31: WordList com os verbos | 93 |
| Figura 32: Busca por n-grams | 99 |
| Figura 33: Busca por frames evocados por <i>café da manhã.n</i> | 100 |
| Figura 34: Relações qualia ternárias télicas | 110 |
| Figura 35: Frame <i>Agir_intencionalmente</i> | 111 |
| Figura 36: Relações télicas na UL <i>check-out.n</i> | 111 |
| Figura 37: Relações qualia agentivas ternárias..... | 112 |
| Figura 38: Relações qualia na UL <i>comprovante de vacinação.n</i> | 113 |
| Figura 39: Relações qualia na UL <i>passaporte.n</i> | 114 |
| Figura 40: Relações qualia constitutivas ternárias | 115 |

| | |
|---|-----|
| Figura 41: Relações qualia ternárias na UL <i>tacacá.n</i> | 116 |
| Figura 42: Relações qualia ternárias em <i>feijão-tropeiro.n</i> | 117 |
| Figura 43: Relações qualia ternárias em <i>universidade.n</i> | 118 |
| Figura 44: Relações qualia ternárias em <i>igreja.n</i> | 119 |
| Figura 45: Relações qualia ternárias em <i>família.n</i> | 119 |
| Figura 46: Relações qualia ternárias em <i>casal.n</i> | 120 |
| Figura 47: Relações qualia ternárias formais | 120 |
| Figura 48: Interface do Sistema de Recomendação (MARÇÃO, 2018)..... | 124 |
| Figura 49: Processamento no Sistema de Recomendação..... | 126 |
| Figura 50: Dados do teste no Sistema de Recomendação do Rio de Janeiro..... | 134 |
| Figura 51: Relações qualia ternárias em <i>feijoada.n</i> | 152 |

LISTA DE GRÁFICOS

| | |
|---|-----|
| Gráfico 1: Comentários sobre o Rio de Janeiro (Google Places) | 81 |
| Gráfico 2: Comentários sobre Juiz de Fora (Google Places)..... | 82 |
| Gráfico 3: Frames evocados pelas novas ULs | 101 |
| Gráfico 4: Frames evocados por ULs já existentes na base de dados..... | 102 |
| Gráfico 5: Tipos de frames presentes no corpus | 103 |
| Gráfico 6: Ocorrência de ULs nos frames de interesse primário | 105 |
| Gráfico 7: Quantitativo de relações qualia ternárias por frame..... | 123 |
| Gráfico 8: Desempenho das relações qualia no teste do Sistema de Recomendação | 140 |

LISTA DE QUADROS

| | |
|---|-----|
| Quadro 1: Exemplo de representação semântica do PropBank (BONIAL et al., 2014). | 50 |
| Quadro 2: Representação semântica da AMR (adaptado de BONIAL et al., 2014) | 51 |
| Quadro 3: Exemplo de comentários do Google Places | 79 |
| Quadro 4: Frames mais frequentes no estudo piloto com alguma relação com o domínio turístico | 81 |
| Quadro 5: Estruturas de <i>input</i> do usuário | 92 |
| Quadro 6: Sentenças utilizadas no teste | 96 |
| Quadro 7: Frames de interesse primário | 105 |
| Quadro 8: Frames de interesse secundário | 107 |
| Quadro 9: Frames selecionados para a modelagem das relações qualia ternárias | 122 |
| Quadro 10: Sentenças avaliadas no questionário | 131 |
| Quadro 11: Desenho experimental | 133 |
| Quadro 12: Resultados do teste quanto à alteração de objetos recomendados considerando-se o emprego ou não de representações semânticas de diferentes granularidades..... | 135 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|--|-----|
| Tabela 1: Lista de substantivos mais frequentes nos comentários do Google Places por cidade..... | 85 |
| Tabela 2: Lista de adjetivos no Word List..... | 85 |
| Tabela 3: Representação das relações ternárias de <i>passaporte.n</i> | 91 |
| Tabela 4: Verbos selecionados da WordList | 94 |
| Tabela 5: Representação das relações ternárias de <i>comprovante de vacinação.n</i> | 113 |
| Tabela 6: Representação das relações ternárias de <i>tacacá.n</i> | 116 |
| Tabela 7: Estrutura dados do m.knob..... | 125 |
| Tabela 8: Grau de probabilidade das sentenças segundo os participantes do teste ... | 132 |
| Tabela 9: Dados do teste com a sentença “Quero visitar parques naturais com meus filhos” | 137 |
| Tabela 10: Dados do teste com a sentença “Quero comer churrasco com a minha família” | 143 |
| Tabela 11: Dados do teste com a sentença “Quero comprar presentes para a minha família” | 146 |
| Tabela 12: Dados do teste com a sentença “Quero curtir cachoeiras” | 149 |
| Tabela 13: Dados do teste com a sentença “Quero comer feijoada” | 151 |
| Tabela 14: Dados do teste com a sentença “Quero comer pizza” | 155 |

INTRODUÇÃO

O presente trabalho está inserido nas discussões teórico-metodológicas da FrameNet Brasil (FN-Br), projeto que vem se desenvolvendo desde 2007 (SALOMÃO, 2009). Atualmente, esse projeto conta com uma equipe de linguistas e programadores, cujo objetivo principal é desenvolver o m.knob (Multilingual Knowledge Base)¹, um assistente turístico virtual que apresenta três funções: um tradutor de sentenças semanticamente enriquecido, um repositório lexical multilíngue – Diciopedia – (PERON-CORRÊA, 2019) e um Sistema de Recomendação, o qual é o foco desta dissertação.

Além disso, atualmente, as dissertações e as teses do Laboratório da FrameNet Brasil apresentam como cerne de pesquisa o domínio dos esportes e o domínio do turismo (COSTA ET AL., 2018). Nessa perspectiva, o interesse por esses domínios iniciou-se no projeto Copa 2014, um dicionário eletrônico trilíngue (TORRENT ET AL., 2014), que se enquadrou em um contexto que mesclava turismo e esportes, posto que, em 2014, ocorreu a Copa do Mundo e, portanto, o objetivo naquele momento era fornecer uma ferramenta que auxiliasse turistas que estivessem envolvidos nesse evento esportivo, combinando os dois domínios.

Atualmente, com os avanços na pesquisa no Laboratório FrameNet Brasil, a preocupação é desenvolver o m.knob, principalmente no que tange ao aprimoramento do Sistema de Recomendação, materializado em um *chatbot*. Nesse contexto, pensou-se nessa ferramenta como um meio de auxiliar o turista no planejamento e na realização de sua viagem, a partir de recomendações como hotéis, restaurantes e atrações turísticas. Em um contexto sem o *chatbot*, qualquer turista realiza seu planejamento e sua viagem a partir de inúmeras ferramentas como consultas a *blogs*, a sites especializados em recomendações e a comentários presentes em plataformas de busca. Essas informações auxiliam o turista, uma vez que são detalhadas – principalmente nos comentários de outros viajantes –, entretanto, é dispendioso planejar uma viagem acessando todos os comentários ou até mesmo ao buscar informações sobre museus interessantes a se conhecer ou restaurantes baratos, por exemplo. Além disso, embora esses comentários reúnam informações específicas e importantes para um turista, por exemplo, se determinado museu é acessível para

¹Disponível para Android em <https://play.google.com/store/apps/details?id=br.ufff.framenetbr.mknob>

portadores de deficiência ou se um restaurante tem um espaço para crianças, eles são insuficientes, considerando a demanda de tempo de um turista em seu planejamento, dado que este precisará de muitas horas para ler todos os comentários sobre os principais locais da cidade que visitará. Dessa forma, há uma falta de automatização nos guias de viagem e, pensando neste problema de pesquisa, buscou-se desenvolver um Sistema de Recomendação que, de maneira automática, a partir de um *chatbot*, interagisse com os turistas indicando locais, de acordo com a necessidade do viajante.

Nessa perspectiva, o Sistema de Recomendação surge em meio a essas questões, no entanto, como se trata de um *chatbot*, ferramenta que utiliza o Processamento de Língua Natural em seu mecanismo, a **pergunta da presente pesquisa** foi:

Como dar mais subsídios a esse *chatbot* para que ele ofereça ao usuário informações mais específicas e semanticamente relevantes?

A partir dessa pergunta e dada a experiência acumulada pela FrameNet Brasil na construção de recursos lexicais semanticamente ancorados nas teorias da Semântica de Frames (FILLMORE, 1982) e em uma versão adaptada do Léxico Gerativo (PUSTEJOVSKY, 1995), formulou-se a seguinte **hipótese**:

O *chatbot* apresentará informações mais específicas e semanticamente relevantes se considerar, na análise do *input* do usuário e do corpus de referência sobre os objetos de recomendação, uma representação semântica cuja granularidade seja capaz de captar as particularidades de cada local turístico.

Para testar essa hipótese, três **objetivos** se configuram nesta dissertação:

- (i) melhorar a representação semântica do domínio do turismo construída pela FrameNet Brasil em 2014, com base na ampliação do domínio para incluir frames mais genéricos, que se aliam aos frames do turismo na caracterização de atrações;
- (ii) aumentar a granularidade da representação semântica, associando a esses frames relações qualia ternárias entre as unidades lexicais que os evocam;

- (iii) testar o desempenho do Sistema de Recomendação em três cenários distintos, quais sejam:
 - a. sem o uso de qualquer representação semântica;
 - b. usando apenas o nível de representação dos frames e
 - c. usando os níveis de representação de frames e qualia.

Considerando essas questões, esta dissertação estrutura-se da seguinte forma: o Capítulo 1 apresenta os pressupostos desta pesquisa, isto é, fundamentos da Linguística Computacional, além de um histórico da representação semântica e suas principais abordagens. O Capítulo 2 apresenta a representação semântica que é base para o desenvolvimento desta pesquisa: a FrameNet e a FrameNet Brasil. O Capítulo 3 expõe os aspectos metodológicos que nortearam este trabalho. No Capítulo 4 é apresentada, inicialmente, a identificação e seleção dos frames considerados de interesse primário e secundário, além da modelagem das relações Qualia ternárias. Ademais, nesse capítulo, é apontado o funcionamento do Sistema de Recomendação, assim como a estrutura computacional que o fundamenta. Finalmente, no Capítulo 5 são apresentados os resultados do teste com o Sistema de Recomendação. Por fim, no Capítulo 6, são expostas as conclusões obtidas com este trabalho.

1 REPRESENTAÇÃO SEMÂNTICA

Esta seção tem como objetivo apresentar os fundamentos da Linguística Computacional e, especificamente, da Representação Semântica, os quais enquadram o desenvolvimento dessa pesquisa. Nesse contexto, a seção 1.1 expõe os princípios da Linguística Computacional, que são essenciais para o entendimento dos conceitos que serão apresentados posteriormente. Na seção 1.2, é apresentado um breve histórico da Compreensão de Língua Natural, desde os primeiros experimentos como o Teste de Turing até o desenvolvimento de pesquisas atuais relacionadas a essa área. E, finalmente, as seções 1.3 e 1.4 apresentam, respectivamente, os princípios e as abordagens associadas à Representação Semântica.

1.1 Linguística Computacional

A Linguística é uma área que busca estudar os diversos fenômenos da língua através de diferentes linhas teóricas, como o Estruturalismo (SAUSSURE, 2012 [1916]), que investigou a língua a partir da perspectiva desta como um sistema, explorando temas importantes tais como a distinção entre a linguística sincrônica e a diacrônica e as definições das relações sintagmáticas e paradigmáticas. Por sua vez, o Gerativismo (CHOMSKY, 1965) buscou compreender a linguagem através da hipótese inatista, analisando a língua nos âmbitos da gramática transformacional, além de trazer os conceitos de desempenho e competência. Embora sejam apresentados apenas alguns exemplos, o campo da Linguística possui diversas áreas de conhecimento, tais como a Sociolinguística, a Psicolinguística, a Linguística Textual, entre outros. Todos esses campos de análise buscam estudar os fenômenos da língua, de modo que cada linha teórica se debruça sobre seu objeto de estudo a partir de seu ponto de vista teórico, conforme já anunciava Saussure quando da fundação da área.

De modo semelhante, a Linguística Computacional, como uma área da Linguística, busca lidar com os fenômenos da língua, no entanto, analisando-os de forma a compreender a interação entre a língua e as máquinas. Desse modo, Grishman (1986, p.4) define a Linguística Computacional como “o estudo de sistemas

computacionais para a compreensão e a geração de língua natural”². Nessa perspectiva, o objetivo da Linguística Computacional é apresentar a produção e a compreensão de língua natural realizada pela máquina, a partir da modelagem da produção de um falante e da interpretação de um ouvinte humano (HAUSSER, 2001). Dessa forma, a Linguística Computacional se interessa pelo estudo da língua natural, buscando compreendê-la em todos os seus aspectos e implementar um modelo de língua a ser aplicado em diversas ferramentas tecnológicas como *chatbots*, tradutores, sumarizadores e outros aplicativos.

Além disso, ainda considerando a definição desse campo de investigação, Hausser (2001, p.18) apresenta a Linguística Computacional como uma área que combina os métodos da gramática e da linguística teórica com os métodos de verificação de hipóteses, a partir de testes em programas computacionais, com o objetivo de modelar a comunicação em língua natural, a qual requer conhecimentos de semântica, sintaxe, morfologia e pragmática.

Embora haja uma forte interação entre o campo da Linguística e o da Linguística Computacional, há importantes diferenças quanto ao modo de investigação e objetivos. Dessa forma, Grishman (1986) distingue características importantes do campo de estudos da Linguística, denominada por ele como Linguística Teórica, em relação ao campo da Linguística Computacional. Segundo o autor, a Linguística Teórica procura lidar com questões importantes para as suas análises como a gramaticalidade ou agramaticalidade de uma sentença e os princípios universais da linguagem, fazendo uma clara menção ao Gerativismo chomskyiano. Por outro lado, a Linguística Computacional se preocupa com o desenvolvimento de mecanismos que possam lidar com os diferentes *inputs* da língua natural, ou seja, esse campo de atuação busca desenvolver ferramentas que possam considerar os diversos aspectos da língua como ambiguidade, variação, tradução, entre outros. Embora sejam áreas com objetivos diferentes, Grishman afirma que a Linguística Teórica e a Linguística Computacional podem contribuir mutuamente, uma vez que a Linguística Teórica apresenta pontos importantes como conceitos de gramaticalidade e ambiguidade que podem auxiliar a Linguística Computacional e, essa, por sua vez, pode trazer maior aplicabilidade aos diversos estudos da Linguística. Entretanto, Grishman também aponta a dificuldade de

² “Computational linguistics is the study of computer systems for understanding and generating natural language”

transpor conteúdos da Linguística Teórica para aplicações da Linguística Computacional (GRISHMAN, 1986, p. 7).

De modo semelhante, essa relação entre a Linguística e a Linguística Computacional é discutida por Sparck Jones (2007), uma vez que a autora disserta sobre a relação entre esses campos de atuação e a escassa presença de trabalhos sobre Linguística Computacional em revistas e periódicos de Linguística. Nessa perspectiva, Sparck Jones afirma que, embora ainda haja pouca interação entre essas áreas, a Linguística Computacional cresce cada vez mais e caracteriza-se como uma área em que o processamento de uma língua é central na investigação, ou seja, os algoritmos e seu modo de operação são fundamentais para a análise desse campo. (JONES, 2007, p. 438). Nessa perspectiva, a Linguística Computacional tem seus estudos voltados para a investigação de modelos e algoritmos que possam se adequar da melhor forma ao fenômeno linguístico, o qual pode ser analisado e aplicado em diversas ferramentas computacionais. Por outro lado, a Linguística não está relacionada a esse processamento de língua, uma vez que não lida com algoritmos, isto é, a Linguística analisa os fenômenos, mas, segundo Sparck Jones (2007), não está diretamente relacionada ao processamento, algo que é central na Linguística Computacional. Essa afirmação apresenta uma importante diferença entre esses dois campos. Além disso, Sparck Jones apresenta a Linguística Computacional como um campo que não se limita apenas à aplicabilidade e ao desempenho – no sentido de Chomsky –, mas procura analisar os métodos usados para o processamento dos dados e os fenômenos da língua relacionados a este (JONES, 2007, p. 438).

A Linguística Computacional, por investigar e desenvolver diferentes ferramentas relacionadas à interação entre computadores e humanos, é também uma área correlata à Inteligência Artificial. A Inteligência Artificial, assim como a Linguística Computacional, apresenta relações com diferentes áreas, tais como: Filosofia, Psicologia, Engenharia e Matemática. Russell & Norvig (1995) apresentam a Linguística Computacional como um campo híbrido, o qual mescla Inteligência Artificial e a própria Linguística. No entanto, antes de compreender esses conceitos, é fundamental entender o que seria Inteligência Artificial (IA).

O termo “Inteligência Artificial” surgiu em 1956, durante um evento denominado “Dartmouth Workshop”, que contou com a presença dos principais expoentes dessa área como John McCarthy, Claude Shannon e Marvin Minsky, sendo que o primeiro, McCarthy, cunhou o nome dessa área como Inteligência Artificial nessa mesma

ocasião. Embora tenha surgido oficialmente nesse evento, a IA surgiu alguns anos antes, a partir do desenvolvimento de alguns sistemas como o Teste de Turing, em 1950 (RUSSELL & NORVIG, 1995), uma vez que foi uma das primeiras tentativas em desenvolver uma interação entre humanos e máquinas. Além disso, Russell & Norvig (1995) apresentam a Inteligência Artificial a partir de três distintas linhas de desenvolvimento, relacionadas à criação de entidades inteligentes que possam (1) atuar humanamente; (2) pensar humanamente; e (3) pensar racionalmente.

A primeira linha se interessa por tornar as ações da máquina o mais próximas possível do contexto humano, através de processamento de língua natural (PLN), isto é, fazer com que a máquina se expresse da melhor forma possível; através da aprendizagem por máquina, ou seja, a compreensão de novos padrões e a adaptação a eles, entre outros. Nessa perspectiva, a Inteligência Artificial se preocupa com a atuação das máquinas, a fim de que se tornem mais próximas do desenvolvimento motor, ou seja, sua atuação física de forma mais humana.

A segunda linha, diferentemente da primeira, se interessa pela abordagem de modelagem cognitiva, ou seja, a preocupação nesse ponto é entender como os humanos pensam, a fim de produzir um modelo artificial que corresponda ao modelo humano de pensamento. Para alcançar tal objetivo, é necessário compreender como a mente funciona e, por isso, é essencial lançar mão de conhecimentos relacionados às áreas da cognição e da psicologia. Nesse contexto, a Inteligência Artificial, para construir modelos autônomos, busca compreender esses conceitos através de pesquisas relacionadas a redes neurais e Deep Learning, por exemplo.

A terceira linha associada à Inteligência Artificial demonstra uma preocupação com uma abordagem lógica do pensamento das máquinas. Geralmente está relacionada às áreas da matemática e da engenharia. Dessa forma, nessa linha, há o uso de formas lógicas a partir da programação da máquina, de modo a conseguir realizar um desenvolvimento racional mais autônomo dos sistemas. No entanto, essa linha apresenta problemas no que tange à compreensão global da máquina – contexto e ambiguidades -, como afirmam os autores Russell & Norvig (1995):

Primeiro, não é fácil utilizar conhecimento informal e declará-lo nos termos formais exigidos pela notação lógica, particularmente quando o conhecimento é inferior a 100% de certeza. Em segundo lugar, há uma grande diferença entre ser capaz de resolver um problema "em princípio" e fazê-lo na prática. Até mesmo problemas com apenas algumas dezenas de fatos podem esgotar os recursos computacionais de qualquer computador, a menos que tenha alguma

orientação sobre quais etapas de raciocínio tentar primeiro.³ (RUSSELL & NORVIG, 1995, p. 7)

Nesse sentido, a Inteligência Artificial apresenta diversas aplicações e é uma grande área, pois engloba conhecimentos de Psicologia, Robótica e Linguística. Ademais, conforme Russell & Norvig (1995), apresenta diferentes linhas teóricas desde a sua criação em 1956, representadas pelos nomes de John McCarthy e Marvin Minsky. Embora tenham delineado a área da Inteligência Artificial juntos, eles realizaram pesquisas de diferentes abordagens: enquanto McCarthy lidava com a representação e o raciocínio na forma lógica, Minsky se interessava por obter programas para trabalhos práticos, desenvolvendo uma perspectiva anti-lógica (RUSSELL & NORVIG, 1995, p. 18). Além de seguir uma linha mais cognitivista, Minsky introduziu o termo *frame*, conceituando-o como “uma estrutura de dados para representar uma situação estereotipada, como uma sala ou ir a um aniversário de criança.”⁴ (MINSKY, 1974, p. 1). Esse conceito de Minsky foi fundamental para estruturar a Semântica de Frames (FILLMORE, 1982), a qual se estabelece como pedra fundamental para o surgimento e desenvolvimento da FrameNet e, por consequência, da FrameNet Brasil.

Apesar de serem áreas muito similares entre si, enquanto a Linguística Computacional desenvolve uma perspectiva de identificar e analisar os fenômenos da língua, a fim de implementar diversas aplicações tecnológicas, a Inteligência Artificial, conforme Russell & Norvig (1995, p.3), “se empenha em construir entidades inteligentes, assim como entendê-las.”⁵. Nesse contexto, a Inteligência Artificial promove o desenvolvimento de diferentes áreas para a construção e compreensão dessas entidades inteligentes como a robótica – na criação de robôs – e a visão de computador – área responsável por fazer com que as máquinas tenham visão para a percepção de objetos (RUSSELL & NORVIG, 1995). Considerando essas características, a Inteligência Artificial e a Linguística Computacional se desenvolvem paralelamente, embora o foco desta dissertação seja nos conceitos basilares da Linguística Computacional.

³“First, it is not easy to take informal knowledge and state it in the formal terms required by logical notation, particularly when the knowledge is less than 100% certain. Second, there is a big difference between being able to solve a problem “in principle” and doing so in practice. Even problems with just a few dozen facts can exhaust the computational resources of any computer unless it has some guidance as to which reasoning steps to try first.”

⁴ “A frame is a data-structure for representing a stereotyped situation, like being in a certain kind of living room, or going to a child’s birthday party”

⁵ “AI strives to build intelligent entities as well as understand them”

Nessa perspectiva, posto que a Linguística Computacional e a Inteligência Artificial são áreas correlatas, é importante conceituar o Processamento de Língua Natural (PLN), uma vez que são áreas que buscam aperfeiçoar a interação entre homem e máquina através da língua natural. Pustejovsky e Stubbs (2013) conceituam o Processamento de Língua Natural (PLN) como “um campo da Ciência da Computação e da Engenharia que se desenvolveu a partir do estudo da língua e da Linguística Computacional dentro do campo da Inteligência Artificial”⁶ (PUSTEJOVSKY & STUBBS, 2013, p. 4). Nesse sentido, segundo os mesmos autores, os objetivos principais do PLN são projetar e desenvolver aplicações que facilitem a interação humana com as máquinas, as quais possuem como pressuposto a utilização de língua natural. Nesse contexto, o PLN pode desenvolver diferentes aplicações inseridas em diferentes áreas, tais como: Sistemas de Atendimento de Perguntas (Question Answering Systems), Tradução por Máquina, Sumarização, Classificação de Documentos e Reconhecimento de Fala.

Para que sejam desenvolvidas essas diferentes aplicações, é necessária uma metodologia que forneça dados a partir dos quais a máquina possa abstrair padrões. Para cumprir tal objetivo, são utilizados algoritmos, que são sequências de instruções, as quais transformam o *input* (entrada de dados) em *output* (saída de dados) (ALPAYDIN, 2010). Dito de outra forma, o algoritmo é responsável por decodificar os dados de entrada e transformá-los em dados de saída, por exemplo, de um computador. Assim, para que um computador ou um aplicativo, por exemplo, receba as instruções por cada algoritmo, é necessário um processo de aprendizagem sobre os dados, também conhecido como Aprendizagem de Máquina (Machine Learning). Conforme Pustejovsky&Stubbs (2013), a Aprendizagem de Máquina é uma área da Inteligência Artificial que se interessa pelo aperfeiçoamento de algoritmos, os quais aprimoram seu desempenho a partir de experiências com dados anteriormente apresentados. Além disso, segundo Alpaydin (2010), a Aprendizagem de Máquina não é uma área que lida somente com problemas de base de dados, ela também pode ajudar a encontrar soluções para problemas de diversas áreas como a Robótica e o Reconhecimento de Fala. Nesse contexto, a depender do tipo de dado, podem-se apresentar três tipos de algoritmos de Aprendizagem de Máquina: Aprendizagem

⁶“Natural Language Processing (NLP) is a Field of computer science and engineering that has developed from the study of language and computational linguistics within the field of Artificial Intelligence”

Supervisionada, Aprendizagem Semi-Supervisionada e Aprendizagem Não-Supervisionada (PUSTEJOVSKY & STUBBS, 2013, p. 21).

A Aprendizagem Supervisionada é uma técnica cujo objetivo é fazer com que a máquina aprenda a reconhecer padrões a partir de metadados, isto é, dados anotados, os quais são fornecidos geralmente por um humano. Esses metadados orientam a máquina a um determinado padrão e, dessa forma, ela tende a oferecer, como *output* desejado, um mapeamento de novos dados ao padrão previamente estipulado. Por outro lado, conforme Pustejovsky & Stubbs (2013), a Aprendizagem Não-Supervisionada é uma técnica cujo objetivo é fazer com que a máquina tente reconhecer padrões a partir de dados crus, isto é, dados não-anotados de modo independente, ou seja, a máquina por si mesma deve reconhecer padrões através de dados básicos. Dessa forma, enquanto a Aprendizagem Supervisionada oferece o reconhecimento de padrões a partir de metadados oferecidos por um humano, a Aprendizagem Não-Supervisionada proporciona à máquina tentativas de reconhecimento de padrões, no entanto, sem o uso de metadados previamente estipulados. A terceira técnica, a Aprendizagem Semi-Supervisionada, se relaciona às anteriores, uma vez que combina o reconhecimento de padrões a partir do fornecimento de dados anotados e não-anotados.

Nesse contexto, a Aprendizagem de Máquina é utilizada em diferentes tarefas e, por consequência, diferentes algoritmos são utilizados, como, por exemplo, os Modelos de Markov. Os Modelos de Markov fazem parte de uma área do PLN, denominada PLN Estatístico, que tem como objetivo fazer inferências estatísticas para campo da língua natural, as quais consistem em extrair alguns dados, distribuídos aleatoriamente, e fazer inferências probabilísticas sobre essa distribuição (MANNING & SCHÜTZE, 1999, p. 191). Nesse sentido, os Modelos de Markov (Visible Markov Models – VMM) foram desenvolvidos como ferramentas estatísticas que tiveram como objetivo inicial modelar sequências de letras em palavras presentes na Literatura Russa (MANNING & SCHÜTZE, 1999). Além disso, os Modelos de Markov estão relacionados a um problema que rege a área da estatística, que consiste na previsão de uma próxima palavra, considerando as anteriores (MANNING & SCHÜTZE, 1999, p. 191).

Os Modelos de Markov são amplamente utilizados em tarefas como Reconhecimento de Fala e Tradução por Máquina, uma vez que, tanto no Reconhecimento de Fala quanto na Tradução por Máquina, é necessário utilizar mecanismos probabilísticos para prever a próxima palavra, seja na interação oral, seja

na busca por uma tradução cuja sentença de saída soe adequada na língua alvo. Em relação ao Reconhecimento de Fala, os Modelos de Markov são utilizados na modelagem de sequências fonéticas, por exemplo, na interação entre um *chatbot* de uma empresa de telemarketing e o cliente. Ao interagir com o *chatbot* de telemarketing, o cliente, frequentemente, necessita informar seu número de cartão de crédito ou responder a alguma pergunta programada pelo *chatbot*. Esse tipo de informação já consta na programação do chatbot, como números e respostas possíveis do cliente. Nesse contexto, os números e respostas são estados já conhecidos, isto é, são visíveis ao modelo. A Figura 1 apresenta um exemplo do Modelo de Markov.

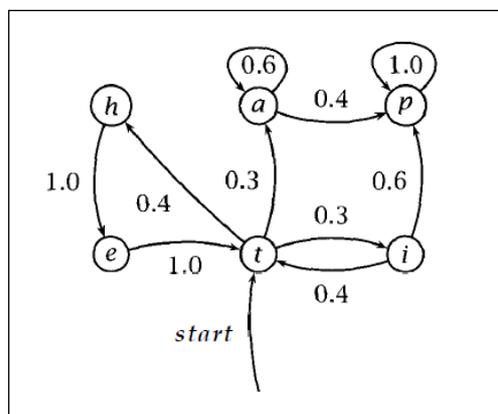


Figura 1: Modelo de Markov (MANNING & SCHÜTZE, 1999)

Cada letra em um círculo no diagrama da Figura 1 representa um estado, assim como a letra “t” próximo da palavra “start” (começo) representa um estado inicial. Nesse contexto, Russell & Norvig (1999) caracterizam o estado inicial como o conjunto de todos os estados presentes. Tais estados são denominados ainda estados de crença, ou seja, representam a crença atual do computador sobre os possíveis estados, dada a sequência de ações – letras, nesse caso – até o último ponto. Em outras palavras, cada letra representa um estado e, ao se trocar o estado (ou letra), as probabilidades se alteram, de acordo com o estado atual. Outro ponto a ser considerado são os números decimais presentes no diagrama, que representam as probabilidades de ocorrência mediante cada estado atual. No Modelo de Markov Visível, as letras acima apontadas como estados são observáveis, enquanto que no Modelo de Markov Oculto, essas letras – estados – não seriam observáveis.

Considerando isso, Manning & Schütze (1999) apontam algumas características dos dois modelos. O Modelo de Markov Visível e o Modelo de Markov Oculto estão

inseridos no ambiente estocástico, isto é, não-determinístico. Nesse sentido, Russell & Norvig (1999) definem as diferenças entre o ambiente determinístico e o estocástico. O ambiente determinístico é descrito como um ambiente em que o próximo estado é completamente determinado pelo estado atual e pela ação executada pelo computador, ou seja, as ações são programadas e não há probabilidades; enquanto que no ambiente estocástico, há incerteza e os estados não são visíveis, favorecendo o ambiente de probabilidades e diferentes ocorrências.

Nessa perspectiva, os Modelos de Markov Ocultos (HiddenMarkovModels – HMM) são modelos probabilísticos temporais utilizados para análise de dados (RUSSELL & NORVIG, 1995). Um modelo probabilístico temporal, conforme Russell & Norvig (1995), está relacionado à capacidade de prever dados, considerando o estado mais recente. Em outras palavras, os Modelos de Markov Ocultos são modelos que dependem de dados mais recentes para poder prever possíveis dados futuros. Isso corrobora a Hipótese de Markov, a qual concebe que somente a última palavra ou letra pode interferir na probabilidade de ocorrência da próxima palavra ou letra (MANNING & SCHÜTZE, 1999). Dito de outra forma, estados (ou letras) anteriores são irrelevantes para a identificação dos próximos estados, desde que o estado atual seja conhecido. As próximas Figuras 2 e 3 exemplificam esse conceito.



Figura 2: Resultados sugeridos pelo Google a partir da sequência de caracteres “or”

A Figura 2 apresenta a pesquisa da palavra “orientador”, dessa forma, ao digitar apenas as duas primeiras letras “or”, algumas opções são sugeridas pelo Google como “oração”, “oração da manhã”, “orkut”, entre outras. No entanto, ao digitar a próxima letra da palavra “orientador”, as opções mudam, como é possível observar na Figura 3.

Ao acrescentar a letra “i”, da palavra “orientador”, as sugestões se alteram como “origin”, “origem do halloween”, entre outras opções. Embora esteja relacionada ao modelo probabilístico, também se relaciona ao histórico de pesquisas que o usuário faz durante sua utilização. No caso da Figura 3, apenas a inserção da última letra pode alterar a probabilidade de ocorrer a próxima letra, desconsiderando todas as letras anteriores.

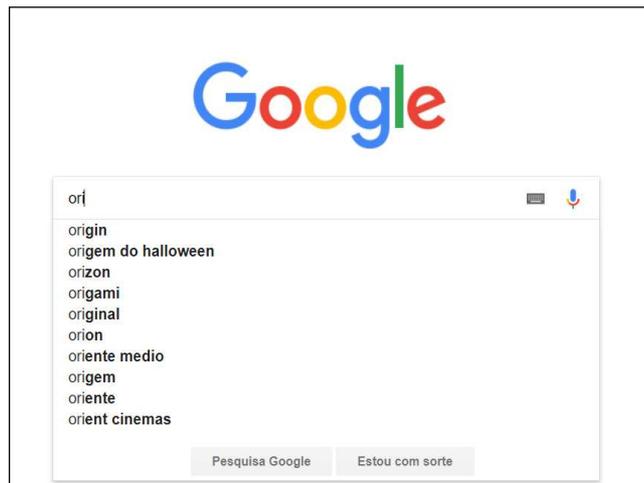


Figura 3: Resultados sugeridos pelo Google a partir da sequência de caracteres “ori”

Uma aplicação dos Modelos de Markov são os n-grams, os quais são conjuntos de itens (palavras, letras e fonemas) que fazem parte de uma sequência (PUSTEJOVSKY & STUBBS, 2013). Os n-grams estão relacionados à identificação de sequências de fonemas, letras ou palavras e à análise de suas combinações nessas sequências, semelhante às *collocations*. Além disso, a partir dos n-grams, é possível verificar quais são as possíveis combinações entre os fonemas, as letras ou as palavras. Considerando utilizar os n-grams aplicados às combinações de palavras, elas podem ocorrer a partir dos bigrams (2 palavras), trigrams (3 palavras), quatrgrams (4 palavras) e assim sucessivamente.

No entanto, , embora os n-grams sejam extremamente úteis para explorar os modelos probabilísticos, como os Modelos de Markov e os Modelos de Markov Ocultos, eles são muito limitados no que concerne à semântica e à sintaxe.

Assim, para o uso de ferramentas de busca, como o Google (apresentado nas Figuras 2 e 3), os problemas relacionados à semântica e à sintaxe são enormes, uma vez que, como desconsideram esses níveis de análise, apresentam sugestões incompatíveis com o real uso da língua. Além desses exemplos, em contextos de uso em programas de mensagem, como o WhatsApp, que também utiliza os Modelos de Markov Ocultos, há limitações quanto à semântica. A Figura 4 apresenta um exemplo de conversa no aplicativo WhatsApp.

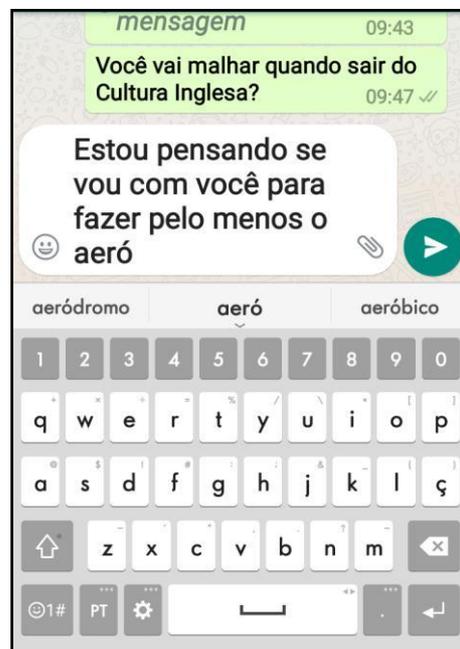


Figura 4: Interação no WhatsApp

No momento de uma interação no aplicativo WhatsApp, ao formular sentenças através da digitação, o usuário recebe diferentes sugestões de palavras que podem ser acrescentadas ou não à sentença que está sendo formulada. Essas palavras sugeridas são resultado de cálculos de probabilidades realizados pelo aplicativo, utilizando os Modelos de Markov Ocultos, uma vez que esse tipo de modelo calcula as probabilidades fechadas, isto é, considerando o tipo de sentença a ser formulada, só poderão ser sugeridas determinadas palavras – que estão relacionadas – e não quaisquer outras. Um exemplo desse cálculo é a formulação da sentença “Estou pensando se vou com você para fazer pelo menos o aeró...” na Figura 4. O aplicativo

sugere opções possíveis à sentença como “aeródromo” e “aeróbico”, demonstrando que as probabilidades para essa sentença são fechadas. No entanto, embora calcule probabilidades próximas do sentido da sentença, os Modelos de Markov Ocultos são limitados no que concerne à semântica. Considerando a sentença acima “Estou pensando se vou com você para fazer pelo menos o aeró...”, há duas possibilidades como “aeróbico” e “aeródromo”, entretanto, apenas a primeira seria correta, tendo em conta o histórico da sentença anterior, na qual a palavra “malhar” está presente, ou seja, de algum modo estaria relacionada, como também, semanticamente é uma opção mais viável, dado que “fazer o aeróbico” é semanticamente mais plausível do que “fazer o aeródromo”.

Nessa perspectiva, o trabalho exposto nesta dissertação, ao desenvolver ferramentas que possam auxiliar o turista na recomendação de locais turísticos, lida com os n-grams para a pesquisa no corpus. Entretanto, como as abordagens formais baseadas em n-grams apresentam limitações semânticas – e mesmo sintáticas – em seus cálculos probabilísticos, este trabalho considera o papel fundamental da Semântica de Frames por conduzir os experimentos e a investigação a partir de um ponto de vista que busca explicar os fenômenos através dos frames, ou seja, a Semântica de Frames traz o enquadramento semântico tão relevante para o desenvolvimento de aplicações tecnológicas, já que a Linguística Computacional procura aperfeiçoar mecanismos de interação entre máquinas e humanos.

1.2 Histórico da Compreensão de Língua Natural

O surgimento de diferentes tecnologias atuais tais como o computador de bordo de um carro ou a interação com um *chatbot*, disponibilizado, por exemplo, em serviços de telemarketing, não é um interesse apenas da sociedade do século XXI, essa preocupação advém dos anos 1950, período em que a busca pelo desenvolvimento de uma interação entre homens e máquinas se iniciou. Nesse contexto, Alan Turing, em seu artigo “Computing Machinery and Intelligence” (1950), introduzia uma questão importante para o desenvolvimento das Ciências da Computação: “Can machines think?” (As máquinas podem pensar?). Esse questionamento se tornou a base para o surgimento de diferentes trabalhos relacionados a áreas diferentes – como a Linguística Computacional, a Psicologia e as Ciências da Computação –, mas que

tinham algo em comum: o interesse no desenvolvimento do processamento de língua natural.

A partir desse artigo, Turing (1950), um dos precursores dessa área de investigação, propôs uma modelagem da comunicação humana natural, ou seja, um mecanismo que pudesse interagir com humanos utilizando a língua da forma mais natural possível. Esse mecanismo foi nomeado por Turing como o “Jogo da Imitação”. Dessa forma, conforme Turing (1950), o Jogo da Imitação pode ser assim definido:

A nova forma do problema pode ser descrita em termos de um jogo que chamamos de "jogo de imitação". Ele é jogado com três pessoas, um homem (A), uma mulher (B) e um interrogador (C) que pode ser de qualquer sexo. O interrogador fica em um quarto à frente dos outros dois. O objetivo do jogo para o interrogador é determinar qual dos outros dois é o homem e qual é a mulher. Ele os conhece pelos rótulos X e Y e no final do jogo ele diz "X é A e Y é B" ou "X é B e Y é A."⁷

No Jogo da Imitação, Turing propõe que se substitua A ou B por uma máquina, que responderá as perguntas de C de modo a se passar por aquele que substitui. Para conseguir vencer, o interrogador (C) deveria determinar qual das outras pessoas (A) ou (B) seria a máquina. Para tanto, ele deveria formular algumas perguntas que, de alguma forma, o auxiliassem na descoberta. Por sua vez, a tarefa da máquina seria enganar o interrogador, fazendo com que ele acreditasse que quem estava respondendo às perguntas era uma pessoa. Além disso, a segunda pessoa participante teria a tarefa de convencer o interrogador de que ela é humana e que o outro participante seria a máquina. Abaixo, segue um exemplo da interação entre os participantes do Jogo, presente no artigo de Turing (1950):

Q: Por favor escreva para mim um soneto sobre o assunto da Ponte Forth.
 A: Me exclua dessa. Eu nunca pude escrever poesia.
 Q: Adicione 34957 a 70764
 A: (Pausa por cerca de 30 segundos e então é dada como resposta) 105621.⁸

Entretanto, a perspectiva de Turing não era propriamente tornar a máquina um “ser pensante”, ele apenas admitia que a melhor estratégia seria fazer com que a

⁷The new form of the problem can be described in terms of a game which we call the 'imitation game.' It is played with three people, a man (A), a woman (B), and an interrogator (C) who maybe of either sex. The interrogator stays in a room apart front the other two. The object of the game for the interrogator is to determine which of the other two is the man and which is the woman. He knows them by labels X and Y, and at the end of the game He says either "X is A and Y is B" or "X is B and Y is A."

⁸Q: Please write me a sonet on the subject of the Forth Bridge.

A: Count me out on this one. I never could write poetry.

Q: Add 34957 to 70764

A: (Pause about 30 seconds and then give as answer) 105621.

máquina tentasse oferecer respostas que seriam dadas naturalmente por um humano⁹ (TURING, 1950, p. 435). Nessa perspectiva, o Jogo da Imitação foi uma proposta revolucionária por propor uma modelagem de comunicação natural humana e é utilizado até hoje como forma de avaliar o desempenho de *chatbots*.

Ainda nos anos 50, os estudos da área da Linguística Computacional tinham interesse no desenvolvimento de um dos seus campos atuais mais impactantes: a Tradução por Máquina. Nesse contexto, essa área de pesquisa contou com o desenvolvimento de um projeto que aliava linguistas teóricos russos aos cientistas americanos, conhecido pelo sistema IBM-Georgetown, uma vez que era uma colaboração entre a IBM (International Business Machines) e a Universidade de Georgetown. Esse projeto tinha como interesse principal a demonstração da efetividade da Tradução por Máquina, campo ainda pouco explorado na época no que concerne à efetividade prática. Nessa perspectiva, o desenvolvimento desse projeto se deu em um contexto de Pós-Guerra, mais especificamente, a divulgação dele ocorreu no dia 8 de janeiro de 1954, no jornal *The New York Times* (HUTCHINS, 2004). Essa divulgação tão ampla promoveu o projeto e revolucionou, em sua época, a conhecida Tradução por Máquina, que, conforme Sparck Jones (2007), foi o foco do trabalho computacional desse período.

O sistema IBM-Georgetown tinha como objetivo a tradução de sentenças em russo para a língua inglesa, de modo automatizado. Para cumprir tal finalidade, esse sistema contava com 49 sentenças em língua russa, 250 itens lexicais, assim como 6 regras sintáticas, que envolviam operações de rearranjo, subdivisão, omissão, entre outras (HUTCKINS, 2004, p. 107). Algumas dessas sentenças envolviam principalmente o domínio da química orgânica, tais como:

- (a) A qualidade do carvão é determinada pelo conteúdo calórico.
 - (b) Eles produzem o amido das batatas.
 - (c) A qualidade de um salitre é determinada pelos métodos químicos.¹⁰
- (HUTCKINS, 2004, p. 107- 108)

Essas sentenças apontam para as deficiências nesse projeto, posteriormente reconhecida pelos envolvidos, já que se limitam a um determinado domínio – química

⁹ “(...) it will assumed that the Best strategy is to try to provide answers that would naturally be given by a man.” (p. 435)

¹⁰(a) The quality of coal is determined by calory content;
 (b) They produce starch out of potatoes;
 (c) The quality of salt peter is determined by chemical methods.

orgânica – e são sentenças simples, isto é, não apresentam mais de uma oração. Além disso, trata-se de sentenças fora de um contexto, não sendo possível analisar suas peculiaridades semânticas – tais como a ambiguidade – e pragmáticas. Embora o experimento IBM-Georgetown fosse limitado, a partir dele foi possível despertar a atenção para a importância dos problemas linguísticos, principalmente (HUTCKINS, 2004, p. 112).

A partir dos anos 1960, surgiu, no MIT (Massachusetts Institute of Technology), um importante programa de interação entre máquinas e humanos, o ELIZA (WEIZENBAUM, 1966). O programa ELIZA obteve grande sucesso em sua época, uma vez que se baseava na interação entre homem e máquina e, nesse contexto, esta se comportava como um terapeuta, enquanto o homem seria um possível paciente. Essa forma de ação possibilitava uma maior facilidade de interação, já que o diálogo era baseado em experiências pessoais de cada indivíduo e o interlocutor mimetizava um psicanalista que, tradicionalmente, conduz o diálogo com seu paciente de forma pouco inflexiva e até mesmo lacônica.

Conforme James Allen (1987), o mecanismo de interação do ELIZA era caracterizado como um banco de dados estruturados a partir de determinadas palavras, denominadas palavras-chave (*keywords*). Segundo o autor, para cada palavra-chave, o sistema ELIZA armazenava um padrão, a partir de um algoritmo, para corresponder ao *input* e a uma especificação do *output*. Esse algoritmo se baseava no seguinte mecanismo: a partir de uma dada sentença, havia a identificação de palavras-chave presentes nesta, demonstrando, assim, um determinado padrão. Nesse contexto, o algoritmo desse sistema reconhecia esse padrão, possibilitando o *output*. No entanto, conforme Allen (1987), se houvesse mais de uma palavra-chave, o sistema selecionaria a que possuísse um “peso” maior, ou seja, uma palavra mais importante para aquele contexto, a fim de gerar uma nova sentença. Além disso, se não aparecerem palavras-chave em uma determinada sentença, o sistema formularia sentenças inócuas, tais como “Conte-me mais” ou “Continue”, com o objetivo de buscar mais *input*, para o reconhecimento de padrões (ALLEN, 1987, p. 4). A Figura 5 apresenta um exemplo de interação com o ELIZA.

Na Figura 5, o Usuário inicia a interação com a sentença “Os homens são todos iguais” e o ELIZA responde o usuário formulando uma pergunta genérica “De que forma?”, a qual é muito comum em processos de terapia, uma vez que o terapeuta busca fazer com que o paciente expresse suas emoções. Desse modo, o ELIZA

mantém a interação a partir de colocações vagas, com o objetivo de dar continuidade à conversa, assim como aumentar o *input*, fornecendo maior quantidade de dados para o *chatbot*.

O ELIZA foi amplamente difundido após a sua criação e isso, segundo Weizenbaum (1976), se deve a alguns fatores, tais como: a crença de muitos psiquiatras no crescimento do ELIZA como um psicoterapeuta; a crença de que o ELIZA traria soluções para o problema da compreensão de língua natural e o rápido e profundo envolvimento que as pessoas tinham ao interagir com o ELIZA, acreditando que fosse realmente um terapeuta e não uma máquina. Weizenbaum (1976) apresenta um curioso caso de envolvimento com o ELIZA.

Uma vez, minha secretária que acompanhava o meu trabalho no programa durante muitos meses e, por isso, certamente sabia que ele era meramente um programa de computador, começou a conversar com ele. Depois de algumas poucas interações com ele, ela me perguntou se eu poderia deixá-la sozinha com ele. (WEIZENBAUM, 1976, p. 6)¹¹

¹¹Once my secretary, who had watched me work on the program for many months and therefore surely knew it to be a merely a computer program, started conversing with it. After only a few interchanges with it, she asked me to leave the room.

| Usuário: | ELIZA: |
|--|---|
| Os homens são todos iguais. | |
| | De que forma? |
| Eles sempre estão nos perturbando com alguma coisa ou outra. | |
| | Você pode pensar em um exemplo específico? |
| Bem, meu namorado me fez vir aqui. | |
| | Seu namorado fez você vir aqui. |
| Ele diz que eu estou deprimida na maior parte do tempo. | |
| | Sinto muito em ouvir que você está deprimida. |
| É verdade, eu estou infeliz. | |
| | Você acha que vindo aqui irá ajudá-la a não ser infeliz? |
| Eu preciso de alguma ajuda. É o que me parece certo. | |
| | O que significaria para você se conseguisse alguma ajuda? |
| Talvez eu pudesse aprender a me dar bem com a minha mãe. | |
| | Conte-me mais sobre sua família. |
| Minha mãe cuida de mim. | |
| | Que outra pessoa da sua família cuida de você? |
| Meu pai. | |
| | Seu pai. |
| Você se parece com meu pai de alguma maneira. | |
| | Que semelhança você vê? |

Figura 5: Interação no ELIZA (ALLEN, 1987)

Essa interação entre a secretária e o ELIZA demonstra a relação de confiança estabelecida entre eles, embora ela soubesse que se tratava de uma máquina. Além dos motivos que Weizenbaum (1976) apresenta, pode-se perceber que, durante a interação com o ELIZA, como demonstrado na Figura 5, a usuária cumpre com o Princípio da Cooperação (GRICE, 1982 [1967]), o qual é definido como a efetiva contribuição requerida pela interação, a partir do momento, propósito ou direção conversacional em que os falantes estejam engajados. Embora seja a interação entre uma máquina e um humano, ela apresenta nuances muito semelhantes a qualquer comunicação em língua natural, já que o desenvolvimento dos *chatbots* se relaciona à

compreensão e, por consequência, à produção comunicativa, isto é, o objetivo final é a efetiva comunicação entre os *chatbots* e os humanos e, portanto, a partir da existência de uma interação, seja ela de qualquer natureza, deve cumprir com o Princípio da Cooperação.

Considerando o cumprimento do Princípio de Cooperação, na Figura 5, a sentença “Eu preciso de alguma ajuda. É o que me parece certo.” produzida pela usuária, e a sentença produzida pelo ELIZA em seguida “O que significaria para você se conseguisse alguma ajuda?” demonstram o respeito à Máxima Conversacional de Relação, a qual é definida pela regra “Seja relevante”, dado que o *chatbot*, ao formular a pergunta, utilizando o sintagma “alguma ajuda”, consegue manter a afirmação da usuária e a pergunta produzida por ele relacionadas ao tópico conversacional. Além disso, dando sequência à interação, a usuária, ao responder a pergunta “O que significaria para você se conseguisse alguma ajuda?”, com a resposta “Talvez eu pudesse aprender a me dar bem com a minha mãe.” respeita à Máxima de Quantidade, uma vez que a essa Máxima está relacionada às regras conversacionais “Faça com que sua contribuição seja tão informativa quanto requerido” e “Não faça sua contribuição mais informativa do que é requerido.” (GRICE, 1982 [1967]). Nessa perspectiva, o ELIZA responde de forma sucinta à pergunta, sem carecer de nenhuma informação importante ou acrescentar informações extras que seriam descartadas em um primeiro momento. Além disso, a usuária respeita a Máxima de Relação – “Seja relevante”, pois apresenta uma resposta relacionada à pergunta –, isto é, qual seria o benefício da ajuda oferecida pelo ELIZA. Considerando esse cumprimento das Máximas Conversacionais, o ELIZA obteve grande aceitação, pois, a partir de suas perguntas e respostas, induzia os usuários a respeitar o Princípio de Cooperação, elemento fundamental para o sucesso de qualquer comunicação.

Nesse contexto, ainda considerando a comunicação entre o usuário e o ELIZA, Fauconnier & Turner (2002) fazem uma relação entre Aquiles e a sua armadura e a comunicabilidade do ELIZA. Na mitologia, Patroclos assume o lugar de Aquiles e utiliza sua armadura para enfrentar os troianos. Ao ver a armadura, os troianos não reconhecem Patroclos inicialmente e acreditam que seja Aquiles quem está lutando. No entanto, eles percebem que não se trata de Aquiles e sim de Patroclos e o matam (FAUCCONNIER & TURNER, 2002). Nesse sentido, a armadura de Aquiles, utilizada por Patroclos, engana os troianos e, por conseguinte, estes associam a forma (armadura) a Aquiles. De modo análogo, conforme Fauconnier & Turner (2002), o ELIZA conseguia

enganar os humanos no momento da interação, uma vez que, como afirmado anteriormente, estes acreditavam estar conversando com um terapeuta. Em outras palavras, os usuários, ao interagirem com o ELIZA, visualizavam a forma – a interação bem-sucedida –, assim como a armadura de Aquiles, e, por isso, imaginavam que se tratasse de um terapeuta efetivamente, assim como os troianos imaginavam Aquiles utilizando a armadura. Faz-se fundamental ressaltar, portanto, que a chave do sucesso de *chatbots* como esse está não no sistema em si, mas na capacidade humana de extrair sentido de conversas quaisquer, respeitando as máximas conversacionais.

Embora tenha apresentado sucesso na maior parte de seus diálogos, o ELIZA apresentou alguns problemas de interação tais como a validação, no momento da comunicação, de sentenças consideradas estranhas, além de, conforme a interação prosseguisse, formular perguntas que já foram respondidas ou que não estivessem devidamente relacionadas à última resposta do usuário (ALLEN, 1987). Na Figura 5, há exemplos que corroboram essas falhas no momento da interação, como as repetições, em que a usuária afirma “Meu pai” e o ELIZA repete simplesmente “Seu pai”, algo completamente estranho a uma efetiva comunicação.

Nesse contexto, Neves & Barros (2003) apresentam os *chatbots* como programas que podem ser divididos em três gerações: a primeira foi caracterizada pela combinação de regras gramaticais e padrões, além da busca por palavras-chave que dessem continuidade ao diálogo. Essa primeira geração foi representada pelo ELIZA, uma vez que combinava as regras gramaticais e a busca por palavras-chave era realizada de acordo com o “peso” de cada palavra. A Figura 6 apresenta como os dados eram computados pelo ELIZA, a partir de alguns exemplos da interação apresentada na Figura 5.

Na Figura 6, a coluna “palavra” indica a expressão utilizada pelo usuário, no momento da interação, já as colunas “classificação” e “padrão” estão relacionadas ao “peso” da palavra na comunicação, isto é, se é uma palavra-chave para o contexto de comunicação, e ao padrão gramatical aprendido pelo *chatbot*, respectivamente. Já a última coluna, “output”, apresenta os dados que são declarados pelo ELIZA, após a análise algorítmica.

| Palavra | Classificação | Padrão | Output |
|---------|---------------|-------------|--------------------|
| Iguais | 10 | ?X | De que forma? |
| É | 3 | ?X você é?Y | Você preferiria se |

| | | | |
|--------|---|------------|---|
| | 3 | ?X é/são?Y | eu não fosse?Y? E se eles não fossem? Y? |
| Sempre | 5 | ?X | Você pode pensar em um exemplo específico? Quando? Sério, sempre? |
| O quê? | 2 | ?X | Por que você pergunta? Isso te interessa? |

Figura 6: Amostra de dados do ELIZA (ALLEN, 1987)

No entanto, como o ELIZA apresentou limitações em suas interações, surgiram outros *chatbots*, como o JULIA, na década de 90, que representou a segunda geração de *chatbots*, a qual tem como característica o uso de técnicas da Inteligência Artificial, tais como regras de produção e redes neurais (NEVES & BARROS, 2003, p. 172). Nesse contexto, JULIA foi desenvolvido por Michael Mauldin, na Carnegie-Mellon University, diferentemente do ELIZA, o JULIA tinha como papel participar de um jogo *multiplayer*, a partir de um personagem, o qual é um jogador que auxilia os outros jogadores, indicando direções e fornecendo informações sobre ambientes e caminhos no jogo (MAULDIN, 1994).

Considerando essas características do JULIA, Mauldin (1994) o apresenta a partir de testes realizados na conhecida competição de Loebner. Iniciada em 1991, a partir da idealização do Dr. Hugh Loebner e de outras fundações, seu propósito era realizar uma competição entre programas, os quais deveriam simular, da melhor forma possível, uma interação em língua natural. Nessa competição, os juízes identificavam os programas que mantivessem uma interação mais próxima do comportamento humano, isto é, o uso de língua natural como os humanos o fazem. Essa identificação era realizada pelos princípios do Teste de Turing, ou seja, os juízes digitavam as perguntas ou respostas, de modo a interagir com a máquina e perceber o quão humana era a sua interação. Em outras palavras, a máquina que conseguisse

“enganar” melhor os juízes, a partir de uma performance mais humana, ganharia o prêmio (MAULDIN, 1994).

O JULIA apresentou alguns problemas em suas primeiras competições e aprimorou algumas técnicas e uma delas foi o uso de redes neurais. Conforme Ferneda (2006), as redes neurais são “modelos que buscam simular o processamento de informação do cérebro humano. São compostas por unidades de processamentos simples, os neurônios, que se unem por meio de conexões sinápticas” (FERNEDA, 2006, p. 26). A Figura 7 apresenta um exemplo dessas redes neurais.

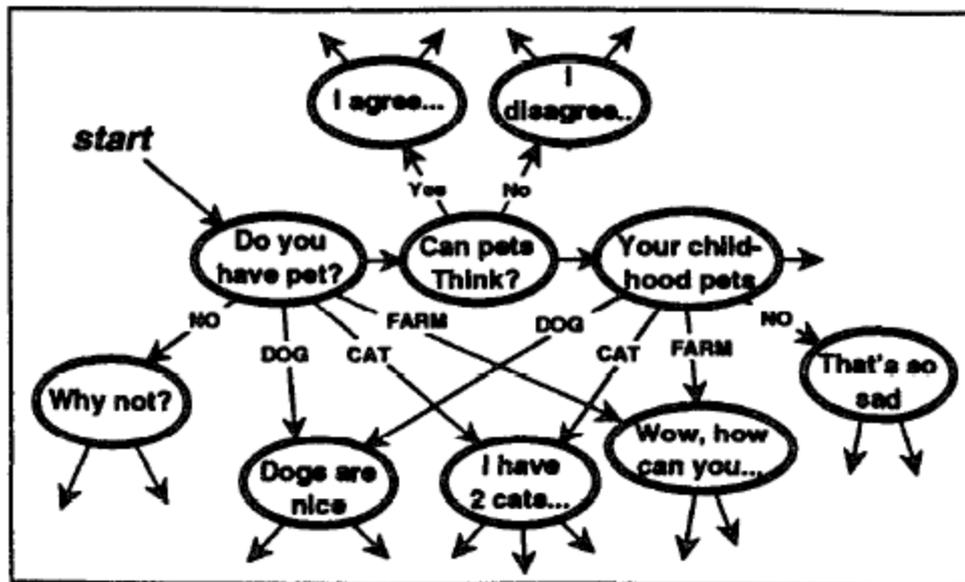


Figura 7: Redes neurais a partir da interação com o JULIA (MAULDIN, 1994)

A Figura 7 apresenta um exemplo de redes neurais, a partir do tópico conversacional “animais de estimação”. As sentenças inseridas nos círculos simbolizam os neurônios, sendo que, dependendo do tipo de resposta que o usuário apresenta, alguns neurônios serão ativados de acordo com o seu valor de ativação, isto é, o seu peso e de acordo com a combinação de regras, buscando o casamento dos padrões. Dessa forma, a partir dessas combinações, o valor resultante é transmitido na forma de *output*, ou seja, a resposta do *chatbot* (FERNEDA, 2006). Nesse contexto, quando o usuário inicia a interação com a primeira pergunta, como apresentada na Figura 7, “Você tem animais de estimação?”, o *chatbot*, a partir dos neurônios presentes e do casamento dos padrões, pode apresentar as seguintes respostas “Por que não?” ou “Cachorros são amigáveis” ou “Tenho dois gatos” e assim por diante. Um exemplo que ilustra isso de modo bastante claro é apresentado na

Figura 8, que contém um exemplo de interação entre o JULIA e um dos juízes que avaliaram o programa na competição de Loebner.

Na Figura 8, a interação entre o juiz e o *chatbot* transcorre normalmente, uma vez que alguns princípios são seguidos como admitir desconhecimento de determinado assunto – “Eu não sei nada sobre Schnauzers em miniatura, juiz” – ou uma resposta, a partir da ativação de redes neurais, para uma pergunta direta como em “Que coincidência! Eu tenho dois gatos.”. Além disso, conforme Mauldin (1994), há algumas formas, além das citadas acima, de fazer com que o *chatbot* tenha uma interação mais humana, como o uso de humor, a aquiescência do *chatbot* em relação às afirmações feitas pelo usuário, além da capacidade de introduzir um novo assunto na conversa e a velocidade com que um usuário digita suas mensagens, entre outros modos. Embora o JULIA e outros *chatbots* possuíssem essas características, a fim de trazer uma maior naturalidade à interação, isso não foi suficiente no que concerne à simulação humana de uma máquina.

Juiz: Você sabe alguma coisa sobre Schnauzersminiaturas?

JULIA: Eu não sei nada sobre Schnauzersminiaturas, juiz.

Juiz: Bem, eu tenho um. Nós o chamamos de Pucci. Ele é um gato louco. Você já teve um gato?

JULIA: Que coincidência! Eu tenho dois gatos.

Juiz: Eu prefiro cachorros. Os gatos são tão independentes e eles sempre pulam nas coisas.

Figura 8: Exemplo de interação do JULIA (MAULDIN, 1994)

Desse modo, surgiu a terceira geração de *chatbots*, que tem como característica “o uso de uma linguagem de marcação para a construção de bases de conhecimento de *chatbots*” (NEVES & BARROS, 2003, p.173). A partir dessa terceira geração, surgiu o A.L.I.C.E (Artificial Linguistic Internet Computer Entity), idealizado pelo Dr. Richard Wallace, que propôs, como elemento diferencial entre a segunda e a terceira gerações, a AIML (Artificial IntelligenceMarkupLanguage). A AIML foi utilizada para a construção do A.L.I.C.E e tem como ponto principal o desenvolvimento de bases de conhecimento a partir de “categorias”, elementos que combinam perguntas e respostas (NEVES & BARROS, 2003). Essas categorias são as unidades básicas de conhecimento na linguagem AIML, além disso, conforme Wallace (2008), cada categoria “consiste de

uma pergunta de entrada, uma resposta de saída e um contexto opcional. A pergunta ou o estímulo é chamado de padrão (*pattern*) e a resposta é chamada de modelo (*template*)” (WALLACE, 2008, p. 193). Como exemplo, a Figura 9 apresenta a estrutura do AIML.

```
<category>
<pattern>HELLO</pattern>
<template>
  Hello There! How are you?
</template>
```

Figura9: Exemplo de categoria AIML (NEVES & BARROS, 2005)

Na Figura 9, a tag “<category>” apresenta a pergunta de entrada e a resposta de saída como um conjunto, agregando as duas partes. A tag “<pattern>” apresenta pergunta de entrada “Olá” (*Hello*), isto é, o *input* oferecido à máquina. Em seguida, a tag “<template>” mostra a resposta de saída “Olá! Como vai você?” (*HelloThere! How are you?*), ou seja, o *output* oferecido pela máquina ao usuário. É válido ressaltar que a linguagem AIML, segundo Neves & Barros (2005), é uma linguagem de marcação, baseada em XML (*eXtensibleMarkupLanguage*) e, por conseguinte, os sistemas que são desenvolvidos através desse tipo de linguagem possuem uma base de categorias. Dessa forma, as categorias são centrais na linguagem AIML e, por consequência, no desenvolvimento do A.L.I.C.E.

Além disso, A.L.I.C.E. apresenta uma interface mais interativa e moderna, com uma apresentação sonora ao usuário, além de ser capaz de classificar o usuário por idade, sexo, profissão e localização (LEONHARDT, 2005). Ademais, o A.L.I.C.E foi vencedor de três premiações Loebner, nos anos de 2000, 2001 e 2004, embora tenha surgido em 1995 (NEVES & BARROS, 2005). A Figura 10 apresenta um exemplo de interação entre o A.L.I.C.E. e um usuário.

```
[12:26:09] Alice para J1 – Alô, meu nome é Alice e eu sou a humana
[12:26:41] CHH4 para J1 – Alô, meu nome é Ben e eu sou o humano
[12:27:55] J1 – Olá, Ben. Como vai?
```

[12:28:13] CHH4 para J1 – Bem, estou me divertindo muito nesta terra do absurdo. [12:28:06] J1 - Olá, Alice, como vai?

[12:28:20] Alice para J1 – Olá. Está tudo muito bem.

[12:28:26] J1 para CHH4 – Qual é o absurdo sobre isto?

[12:28:57] CHH4 para J1 – Só a maneira como estou ganhando dinheiro em uma tarde de domingo. Não é a forma comum de ganhar algum dinheiro para gastar.

[12:29:11] Alice para J1 – Obrigado pela informação. Eu estou em Nova York. Onde você está?

[12:28:50] J1 para Alice – Fico feliz de saber disso. Onde você mora?

[12:29:21] J1 para CHH4 – Como você normalmente passa as suas tardes de domingo? [12:30:11] CHH4 para J1 – Depende. Assistindo ao baseball, fazendo caminhadas por Nova York, descansando para a semana que está por vir? Isso varia.

[12:30:12] Alice para J1 – Me fale um pouco sobre a sua vida em Nova York. Ah. Tudo que eu preciso saber eu aprendi com o meu professor.

[12:29:38] J1 para Alice – Em Nova York. Como você chegou aqui hoje?

[12:30:23] J1 para CHH4 – Onde em Nova York você gosta de caminhar?

[12:30:44] J1 para Alice – Por que você não responde a minha pergunta primeiro?

[12:31:11] CHH4 para J1 – Eu gosto de bairros que não conheço bem, quando de repente percebo que estou no meio de uma cultura diferente.

[12:31:15] Alice para J1 – Você não sabe? Não, eu não respondo a sua pergunta primeiro. Você responde? Eu respondo a muitas perguntas idiotas.

[12:31:24] J1 para CHH4 – Quais são os melhores bairros que você já conheceu?

[12:32:12] CHH4 para J1 - Washington Heights, Jackson Heights. Astoria

[12:31:42] J1 para Alice – Você ainda quer saber sobre a minha vida em Nova York? [12:31:51] Alice para J1 – Sim, me conte, por favor

[12:32:12] J1 para Alice – Eu sou um aluno da graduação e não tenho muito tempo livre. Estudo muito.

[12:32:43] Alice para J1 – Você é um estudante da graduação e não tem muito tempo livre? Você conhece muitas pessoas? Qual disciplina está estudando?

[12:32:57] J1 para CHH4 – Esses bairros são bons. Tem um ótimo lugar para jogar pingue-pongue em J Heights. As pessoas vestem roupas de atletas para jogar.

[12:33:37] J1 para Alice – Eu conheço muitos dos meus colegas. Estudo ciência da computação. O que você faz?

[12:33:38] CHH4 para J1 – Parece demais. Eu adoro pingue-pongue, não tenho jogado muito desde que me mudei para Nova York. Eu via isso mais como uma sala de recreação suburbana.

[12:34:18] Alice para J1 – Você faz amigos duradouros dessa forma? Ciência da computação é uma disciplina difícil?

Figura10: Exemplo de interação do A.L.I.C.E. (COMORELLA & CAFÉ, 2008)

Embora o A.L.I.C.E tenha sido um dos *chatbots* mais desenvolvidos, ainda apresenta problemas no momento da interação com o usuário. Na interação acima, o

A.L.I.C.E evita responder às perguntas feitas pelo usuário (J1) em diversas vezes e, quando confrontada, através da pergunta “Por que você não responde a minha pergunta primeiro?”, ela contesta a partir de uma resposta sem sentido no contexto como “Você não sabe? Não, eu não respondo a sua pergunta primeiro. Você responde? Eu respondo a muitas perguntas idiotas.”. O A.L.I.C.E., ao ignorar as perguntas feitas pelo usuário, demonstra que não reconhece palavras “novas”, isto é, aquelas que não estão presentes na sua base de dados.

Nesse contexto, os *chatbots* apresentados nessa seção, desde os da primeira até os da terceira geração, possuem em comum características que fundamentam a construção dessas aplicações, tais como: uma estrutura de dados, um algoritmo, uma base de dados e uma interface para a interação com os usuários (HAUSSER, 2011). Dessa forma, esses elementos precisam estar alinhados entre si, a fim de que o *chatbot* tenha uma performance completa, isto é, apresente uma comunicação em língua natural de modo mais realístico. No entanto, problemas como dificuldades na implementação da aprendizagem por máquina ou na apresentação de uma boa interface comprometem o aproveitamento do *chatbot*.

Além disso, outro problema comum a esses *chatbots* é o problema da representação (ALLEN, 1987). Conforme Allen (1987), há dois problemas relacionados à análise dos dados: o problema da representação e o problema da interpretação. O primeiro é caracterizado como as várias interpretações possíveis de uma sentença – proferida na interação entre um usuário e o *chatbot*, por exemplo – são representadas; e o segundo se relaciona à produção de representações a partir do *input* oferecido pelo usuário à máquina (ALLEN, 1987, p. 9). Em outras palavras, o problema da representação está relacionado a como as diferentes interpretações são representadas pela máquina e o problema da interpretação é como essas representações seriam produzidas pela máquina a partir do *input* oferecido pelo usuário. Nessa perspectiva, problemas de interação ocorridos nos *chatbots* ELIZA e A.L.I.C.E. demonstram como os problemas de representação e interpretação dificultam a performance da máquina. O ELIZA, ao interagir com o usuário, apresentou problemas como a formulação de perguntas já respondidas, assim como o A.L.I.C.E. apresentou erros ao responder de forma estranha o usuário, não compreendendo elementos lexicais novos a sua base de dados. Dado isso, esses problemas, tanto do ELIZA quanto do A.L.I.C.E., demonstram a dificuldade em interpretar diferentes informações e em representar diferentes interpretações.

Desse modo, o desenvolvimento de *chatbots* representa o interesse pelo aprimoramento das ferramentas que compõem o processamento de língua natural. Desde o Jogo da Imitação, de Alan Turing, até os dias atuais, o objetivo central de pesquisas relacionadas à área é aperfeiçoar as interações entre as máquinas e os humanos, tornando essas interações mais naturais. Para cumprir tal finalidade, o desenvolvimento dessas ferramentas perpassa os princípios da representação semântica, uma vez que esta compõe a representação e, por conseguinte, o desenvolvimento da interação entre usuário e a máquina, isto é, a representação semântica fundamenta os mecanismos de interação, aprimorando tanto a interpretação, a partir do *input*, quanto a fala, o *output*, da máquina para o usuário, uma vez que trata do aspecto semântico, algo intrínseco ao processo de comunicação.

1.3 Princípios da Representação Semântica

Allen (1987) compara o aprendizado de máquina àquele de uma língua estrangeira, em que o aprendiz necessita entrar em contato com os diferentes tipos de conhecimento que devem ser considerados na aquisição de uma segunda língua, tais como os conhecimentos fonéticos e fonológicos, o morfológico, o sintático, o semântico e o pragmático. A partir dos conhecimentos fonético e fonológico, o aprendiz lida com os sons da língua e, por conseguinte, aprende a pronunciar as palavras. O conhecimento morfológico está relacionado às unidades denominadas morfemas, que formam os afixos das palavras. No conhecimento sintático, o aprendiz deve compreender como as sentenças são formadas e, dessa maneira, como cada palavra se relaciona à outra. O conhecimento semântico relaciona-se ao significado das palavras e ao significado de determinadas sentenças. E, finalmente, o conhecimento pragmático exige do aprendiz um conhecimento contextual, isto é, como as sentenças são usadas em diferentes contextos e como o contexto pode afetar a interpretação das sentenças (ALLEN, 1987).

Assim como um aprendiz de língua estrangeira, uma máquina necessita aprender os elementos que compõem uma língua, a fim de, ao final de um processo, se comunicar de forma autônoma com o usuário. No contexto de um sistema baseado em interação escrita, uma máquina necessita de um desenvolvimento, principalmente, nos níveis morfossintático e semântico-pragmático da língua, com o objetivo de obter

uma maior compreensão do *input* do usuário, assim como expressar de modo claro e natural sentenças não estranhas à língua.

No entanto, a Linguística Computacional, ao tratar dos aspectos linguísticos de uma interação entre máquinas e humanos, lida com obstáculos no que concerne à compreensão de língua natural, ou seja, esses problemas estão relacionados ao nível semântico. De modo semelhante, a semântica apresenta desafios à Linguística ao tratar de pontos como tradução, a relação entre o significado das palavras e o significado das sentenças, a compreensão verbal e não-verbal, entre outros. Esses pontos importantes para a semântica, assim como tantos outros, são analisados e explicados de formas diferentes, uma vez que, em semântica, como em qualquer outra área, há divergências sobre os pontos de vista dos linguistas. Considerando esses desafios, é possível propor, genericamente, a existência de duas grandes vertentes na semântica: a referencial e a representacional (SAEED, 2003). A primeira vertente tende a tratar o significado das palavras a partir da sua relação com o mundo, isto é, é uma abordagem que explica o sentido através da relação entre uma expressão linguística e um objeto no mundo. A sentença (1) ajuda a ilustrar essa abordagem.

(1) Meus amigos estão na **Alemanha**.

Considerando a palavra “Alemanha”, de acordo com essa abordagem referencial, ela se refere a um país, na Europa e, desse modo, atribui o significado à palavra. Nesse caso, visto que o nome de países não se repete, a palavra “Alemanha” apenas poderia se referir a um elemento no mundo.

Por outro lado, a abordagem representacional se caracteriza por buscar explicar o sentido através dos modelos mentais de cada falante, isto é, o sentido é explicitado a partir da forma como cada falante conceptualiza o mundo e essa conceptualização depende do modelo mental de cada um (SAEED, 2003). Um dos representantes desse tipo de abordagem é a Semântica de Frames, uma das bases do presente trabalho.

Essa perspectiva da abordagem representacional, que está relacionada aos modelos mentais, se apresenta como base para algumas representações semânticas das máquinas, uma vez que, ao desenvolver *chatbots* e outras ferramentas para o usuário, faz-se necessária a utilização de uma representação semântica.

Uma representação semântica pode ser definida como um modelo, “que reflete o significado de um texto da forma como este é compreendido pelo falante da língua”

(ABEND & RAPPOPORT, 2017, p.1). Desse modo, uma representação semântica lida com os significados das palavras, representando-os de diferentes maneiras, tornando sua compreensão mais acessível, de acordo com o modelo a ser implementado em uma análise linguística. Além disso, a representação semântica deve ser pareada com um método de extração de informações e deve ser avaliado por seres humanos a fim de mensurar seu desempenho (ABEND & RAPPOPORT, 2017). Em outras palavras, a representação semântica está relacionada a um método de extração de informações e a sua interação com o sistema a ser desenvolvido deve ser avaliada por linguistas e anotadores, isto é, a partir dessas avaliações, é possível observar se uma determinada aplicação ou sistema é adequado para a representação semântica associada ao processo de análise. Por integrar diferentes especialidades, a representação semântica é um importante instrumento para áreas como a Linguística, a Psicologia Cognitiva, a Inteligência Artificial e no desenvolvimento de sistemas de processamento de língua natural, tais como *chatbots* (HELBIG, 2006).

Embora seja um importante instrumento, a representação semântica apresenta inúmeros desafios, como a adequabilidade do tipo de representação semântica escolhido para o desenvolvimento de um determinado sistema. Nessa perspectiva, conforme Helbig (2006), não há um conjunto de critérios que classificariam, de modo automático, determinada representação semântica. Portanto, é a partir da implementação e dos testes que é possível avaliar se a representação semântica se adéqua ao sistema a ser desenvolvido. Embora não haja um conjunto de condições fixo, Helbig (2006) apresenta alguns requisitos globais de uma representação semântica, tais como: universalidade, interoperabilidade, comunicabilidade, praticabilidade e capacidade de autonomia.

A universalidade se refere ao modo como a representação semântica deve ser organizada, dessa forma, ela deve ser definida de maneira independente, de modo a lidar com as diferentes línguas ou os diferentes domínios, não sendo estabelecida em um formato, apenas para se adequar a um domínio ou a uma língua a ser analisada.

A interoperabilidade pode ser definida como a efetiva interação, através da aplicabilidade de ferramentas, entre múltiplas disciplinas como Linguística Computacional, Inteligência Artificial, entre outras. Essa interação ocorre a partir da construção de sistemas, como bases de conhecimento e ferramentas de análise sintático-semântica, que demandam o envolvimento de diferentes áreas, como as citadas acima.

A comunicabilidade está relacionada à interação de equipes multidisciplinares no desenvolvimento de ferramentas que utilizam a representação semântica. Conforme Helbig (2006), ninguém é capaz de, de forma isolada, desenvolver um sistema aplicado a Inteligência Artificial ou uma base de conhecimento, dessa forma, a comunicabilidade entre equipes de áreas como Ciências da Computação e Linguística é fundamental para o bom desenvolvimento de diversas aplicações.

A praticabilidade se refere à capacidade que um sistema deve ter para ser aplicável de modo efetivo no desenvolvimento de diversos sistemas e, por conseguinte, deve obedecer a alguns critérios como ser acessível, isto é, ser simples no modo de lidar, e ser facilmente implementável.

Finalmente, a capacidade de autonomia de uma representação semântica está relacionada à autonomia no processamento de conhecimentos e no processamento e compreensão de língua natural. Em outras palavras, esse requisito está associado à autonomia no reconhecimento de padrões e, com isso, na sustentação de um sistema de *input* e *output* autônomo.

Ademais, uma representação semântica apresenta elementos que compõem o processo de análise, tais como eventos, estados, papéis semânticos, predicados e argumentos (nucleares e não-nucleares), entre outros (ABEND & RAPPOPORT, 2017). Esses elementos, bem como a forma como se aplicam às análises, podem variar de acordo com cada tipo de representação semântica a ser utilizado.

No que concerne aos estados e eventos, Helbig (2006) propõe que pertencem ao domínio das situações ou dos estados das coisas. Os estados são denominados como situações estáticas e os eventos estão relacionados às situações dinâmicas (HELBIG, 2006). Os estados relacionam-se a verbos que denotem significado mais abstrato, dessa forma, que indiquem processos mentais (sonhar, dormir, saber), atribuições (somar, pesar, caracterizar), descrições relacionais (funcionar como, prorrogar, consistir-se de), entre outros significados (HELBIG, 2006).

Os eventos são “os blocos básicos de construção das representações da estrutura de argumentos”¹² (ABEND & RAPPOPORT, 2017, p. 2). Em outras palavras, os eventos são elementos centrais no processo de análise semântica, principalmente no que concerne à estrutura de argumentos. Nesse contexto, conforme Abend&Rappoport (2017), em um evento há um predicado e os argumentos, os quais

¹² “Events are the basic building blocks of argument structure representations.”

podem ser os participantes – os elementos nucleares – e outras relações secundárias presentes no mesmo evento como modificadores (ABEND & RAPPOPORT, 2017) ou circunstâncias (HELBIG, 2006).

Desse modo, em um evento, o verbo – ou outro predicador eventivo – é o ponto fundamental para a representação semântica (HELBIG, 2006) e, a partir dele, é possível analisar os argumentos presentes. Nos argumentos, é possível observar os participantes, os quais “representam as entidades envolvidas em um evento e que são requeridas pelas valências do verbo”¹³ (HELBIG, 2006, p. 90). Nessa perspectiva, as valências estão relacionadas à particularidade de cada verbo, isto é, na valência de um verbo, por exemplo, há espaços (*slots*) a serem preenchidos de acordo com a sua exigência. Dessa forma, os valentes preenchem esses espaços, configurando de modo mais claro a descrição de uma situação. No entanto, as valências não se limitam aos verbos, elas também se relacionam a nomes, adjetivos e preposições (HELBIG, 2006).

As valências podem ser sintáticas ou semânticas. Na sentença “Pedro estuda Linguística”, a partir da perspectiva da valência sintática, o verbo “estudar” requer dois argumentos: “Pedro”, que seria o sujeito, e “Linguística”, se referindo ao objeto. Considerando a mesma sentença “Pedro estuda Linguística”, a partir da valência semântica, seriam considerados os papéis temáticos da sentença, como beneficiário, agente, tema, entre outros; os elementos de frame que comporiam o frame evocado pelo verbo “estudar”, entre outras formas de análise semântica que são realizadas de acordo com a perspectiva de cada representação semântica.

A Figura 11 apresenta as valências sintática e semântica.

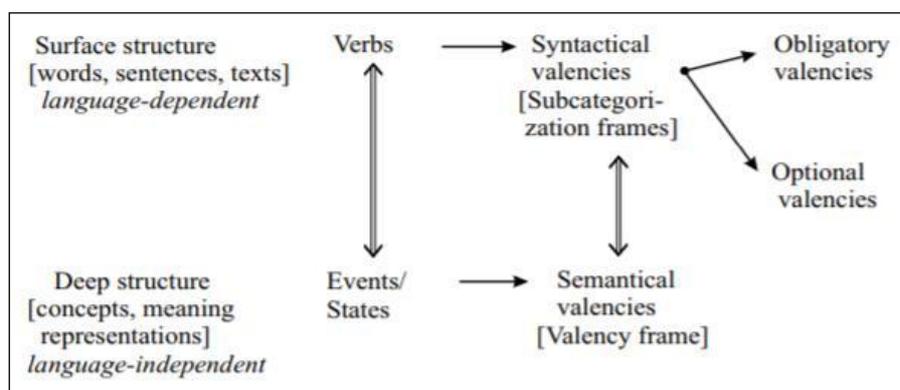


Figura11: Valências sintática e semântica (HELBIG, 2006, p. 92)

¹³“They represent those entities involved in an event which are required by the valencies of the verb.”

A valência sintática é caracterizada pela centralidade do verbo, isto é, o verbo requer uma valência sintática que é expressa pela presença de argumentos, que podem ser obrigatórios ou opcionais. Na valência sintática, a análise relaciona-se à estrutura superficial, isto é, está associada diretamente às palavras, sentenças ou textos presentes, limitando-se à análise sintática. Por outro lado, a valência semântica tem como centralidade os eventos ou estados, a depender do tipo de verbo presente, e, desse modo, requer uma valência semântica que pode ser expressa pelos elementos de frames, pelos papéis temáticos, entre outros elementos que expressem a valência semântica de uma determinada sentença. Na valência semântica, a análise associa-se à estrutura profunda, ou seja, relaciona-se aos conceitos, aos significados e às representações que são realizadas a partir de determinada sentença e, nessa perspectiva, são independentes da língua, isto é, não se limitam à análise sintática. Algumas representações semânticas, tais como o PropBank e a FrameNet, a serem explicitadas na seção 1.4 e no capítulo 2 desta dissertação, respectivamente, utilizam as duas perspectivas de valência no seu processo de análise.

Outros pontos que compõem uma representação semântica são o tratamento das relações temporais, da correferência e da anáfora. As relações temporais se referem ao modo como cada representação semântica lida com as relações entre eventos que denotam uma sequência de acontecimentos já prevista por uma determinada situação, como, por exemplo, ir a um médico: antes da consulta se deve avisar à secretária a sua chegada e é preciso aguardar ser chamado pelo especialista. A correferência e a anáfora estão relacionadas às diferentes referências a uma mesma entidade, ou seja, esses elementos relacionam-se aos diferentes modos de se referir a uma mesma entidade (ABEND & RAPPOPORT, 2017). Nesse contexto, os correferentes, tais como pronomes, são tratados de modo diferente de acordo com cada representação semântica, isto é, cada representação semântica apresenta uma perspectiva no que concerne à retomada de elementos textuais.

Desse modo, pontos como eventos, estados, predicados e argumentos, relações temporais, entre outros, são fundamentais para a compreensão de cada abordagem da representação semântica, isto é, cada representação semântica lida com esses elementos de forma distinta e, nessa perspectiva, ao tratar de modos diferentes, cada abordagem busca uma maior aplicabilidade e autonomia no seu processo de análise.

1.4 Abordagens da Representação Semântica

Esta seção tem como objetivo apresentar algumas abordagens da Representação Semântica, uma vez que a compreensão de suas diferentes nuances torna mais clara a comparação entre as abordagens explicitadas nesta seção e a abordagem da FrameNet, apontada na seção 2.

1.4.1 PropBank e Abstract Meaning Representation

A primeira abordagem a ser apresentada é o PropBank (KINGSBURY & PALMER, 2002), que foi desenvolvida especificamente para oferecer dados de treinamento para tarefas em que fosse utilizado o aprendizado por máquina supervisionado (BONIAL et al., 2014). Além disso, o PropBank tem como característica principal a análise através das proposições e, por conseguinte, dos argumentos, dessa forma, essa representação semântica tem como base a investigação semântica a partir da relação predicado-argumento (KINGSBURY & PALMER, 2002). O projeto, inicialmente, teve como foco de análise as relações de evento, expressas apenas por predicados verbais (KINGSBURY & PALMER, 2002) e, posteriormente, ampliou sua análise semântica para eventos expressos por predicados nominais, adjetivais, entre outros (BONIAL et al., 2014).

Além dessas características, o PropBank utiliza em sua análise dos predicados as valências sintática e semântica. Nesse contexto, para a investigação e a representação semânticas, são mapeados os elementos sintáticos e semânticos conjuntamente. Ademais, os argumentos dos predicados são enumerados (Arg0, Arg1, Arg2...), diferentemente de representações semânticas como a FrameNet, que utiliza os elementos de frame – ou seja, funções microtemáticas como Vendedor, Mercadoria e Dinheiro – para identificar os papéis semânticos nas sentenças. A sentença (2) apresenta um exemplo de como o PropBank realiza sua representação semântica.

(2) Fabrício vendeu sua bicicleta por 5 mil reais.

Arg0: Fabrício

Rel: vendeu

Arg1: sua bicicleta

Arg2 - por: por 5 mil reais.

Como é possível notar, a análise contempla a valência sintática do verbo “vender”, no entanto, é necessária, ainda, a valência semântica da sentença (2). Para tanto, o PropBank analisa, em seu corpus, por exemplo, o verbo “vender” e, com base nas maiores frequências desse verbo, ele identifica a valência semântica (KINGSBURY & PALMER, 2002). Considerando o verbo “vender”, ele possui a valência semântica em (3).

(3) VENDER

Arg0: quem vende

Arg1: o objeto ou a coisa a ser vendida

Arg2: o preço da venda

Arg3: para quem foi vendido

O PropBank segue, desse modo, a valência sintática e semântica do verbo. Consoante a essa representação, o “PropBank contribui com formulações baseadas em uso de estruturas de argumento de verbos, definindo papéis específicos, de acordo com os comportamentos semânticos gerais e idiossincráticos do predicado nos dados”¹⁴ (BONIAL et al., 2014, p. 3014). Desse modo, os papéis específicos de cada verbo não são definidos de forma isolada em cada contexto, eles são definidos de acordo com o comportamento semântico geral, que se apresenta no corpus e, nessa perspectiva, esses papéis são dispostos nas sentenças a serem analisadas. Além disso, a PropBank unifica esses papéis que representam o mesmo evento em diferentes realizações sintáticas (BONIAL et al., 2014). No Quadro 1, são apresentados os diferentes papéis atribuídos ao evento “oferecer”.

Considerando as informações apresentadas no Quadro 1, é possível notar a unificação, através do item 3, das diferentes realizações sintáticas “oferecer” e “oferta” em uma mesma análise. No entanto, essa unificação é algo mais recente (BONIAL et al., 2014), uma vez que, anteriormente, a PropBank separava as ocorrências dos predicados em diferentes agrupamentos, de acordo com a semântica e a realização sintática de cada um. Um exemplo desse tipo de análise está representado no Quadro

¹⁴ “PropBank contributes usage-based formulations of verb-argument structures, defining specific rolesets according to the general and idiosyncratic semantic behaviors of predicate in data.”

1, através dos itens 1 e 2, ou seja, nesses dois casos, a realização semântica é a mesma, mas a sintática é diferente, sendo, nesse contexto, separados um do outro.

| |
|--|
| <p>Relação de evento: Oferecer</p> <p>1. Predicado: <i>oferecer</i>-verbo Roleset id: oferecer.01 transação Papéis: Arg0: entidade que oferece Arg1: o objeto a ser oferecido Arg2: preço Arg3: a entidade que recebe</p> <p>Exemplo: Ele se ofereceu para comprar a casa.</p> <p>2. Predicado: <i>oferta</i>-nome Roleset id: oferta.01 transação Papéis: Arg0: entidade que oferece Arg1: o objeto a ser oferecido Arg2: preço Arg3: a entidade que recebe</p> <p>Exemplo: Ele fez uma oferta para comprar a casa.</p> <p>3. UNIFIED ROLESET Predicados: <i>oferecer</i>-verbo, <i>oferta</i>-nome Roleset id: oferecer.01 transação Papéis: Arg0: entidade que oferece Arg1: o objeto a ser oferecido Arg2: preço Arg3: a entidade que recebe</p> <p>Exemplo: Ele se ofereceu para comprar a casa. Ele fez uma oferta para comprar a casa.</p> |
|--|

Quadro 1: Exemplo de representação semântica do PropBank (BONIAL et al., 2014)

Além do PropBank, há um projeto associado a ele, a Abstract Meaning Representation (AMR). A AMR (BANARESCU et al., 2013) teve como objetivo inicial fornecer dados de treinamento para tarefas de tradução por máquina (BONIAL et al., 2014). Nesse contexto, a AMR visa à criação de um banco semântico em larga escala de estruturas simples para sentenças completas, com o objetivo complementar ao projeto do PropBank (BONIAL et al., 2014). Para cumprir tal finalidade, a AMR abstrai

as estruturas sintáticas e representa apenas os conceitos das sentenças, de modo que busca uma análise mais generalizante, ou seja, em suas análises, a AMR busca fazer uma representação unificada de diferentes realizações sintáticas do mesmo evento (BONIAL et al., 2014).

Considerando a representação semântica do PropBank apresentada no Quadro 1, a AMR trataria os dois primeiros itens – “Ele se ofereceu para comprar a casa” e “Ele fez uma oferta para comprar a casa” – de uma única forma, como pode ser observado no Quadro 2.

```
(o / oferecer-01
  :ARG0 (h2 / ele)
  _ :ARG1 (b2 / comprar-01
    :ARG0 h2
    :ARG1 (h3 / casa)))
```

Quadro 2: Representação semântica da AMR (adaptado de BONIAL et al., 2014)

Na representação semântica explicitada no Quadro 2, é possível notar que a AMR utiliza os mesmos formatos para caracterizar os argumentos (ARG0, ARG1, ARG2...) e utiliza os mesmos *rolesets* (offer-01, buy-01) do PropBank. Entretanto, na representação semântica, são desconsideradas as peculiaridades sintáticas, como as diferenças entre “oferta” e “se ofereceu”, em prol de uma única representação baseada nos elementos centrais do evento explicitado no Quadro 1, isto é, “oferecer”, “comprar” e “casa”. Nessa perspectiva, a relação “offer-01”, ao se encontrar na primeira posição, demonstra que a centralidade do evento está na relação de oferta.

Essa representação explicitada no Quadro 2 simplifica o processo de análise, demonstrando que a AMR é uma representação semântica que, em relação ao PropBank, se torna mais rápida no processo de anotação e treinamento de dados. No entanto, a AMR apresenta limitações tais como: não representa as flexões da morfologia – tempo e número, por exemplo –; omite os artigos em sua análise; e não faz distinção entre eventos reais e eventos hipotéticos no futuro, como as diferenças entre os verbos “querer” e “ir”, isto é, para a AMR, eles estão na mesma condição (BANARESCU et al. 2013).

Nesse contexto, essa sintetização dos eventos na representação semântica da AMR desconsidera as peculiaridades de cada expressão linguística que, quando

inserir diferentes sentenças, pode adquirir sentidos singulares, os quais não podem ser simplificados apenas em um evento. Em outras palavras, a inter-relação entre as palavras em uma sentença promove sentidos distintos, de acordo com a combinação entre elas, dessa forma, ao desconsiderar essas interações no nível da sintaxe, simplificando a apenas um evento, a representação semântica da AMR é incompatível, por exemplo, com o desenvolvimento de *chatbots*, uma vez que as relações entre os eventos e seus participantes, através da sintaxe, não conseguem ser transmitidas de forma simplificada na interação entre um usuário e um *chatbot*. Essa interação é marcada pela formulação de infinitas sentenças, dado que se trata de um diálogo, portanto, podem surgir construções diversas e, por conseguinte, sentidos diversos. Nessa perspectiva, a representação dessas diferentes sentenças, na interação entre um usuário e um Sistema de Recomendação, por exemplo, são antagônicas à representação por eventos simplificados, proposta pela AMR.

Ademais, e ainda mais importante, é o fato de que, por ser herdeira do PropBank, a AMR foca na representação de eventos. Em um Sistema de Recomendação, para cujo desenvolvimento esta dissertação contribui, além de identificar eventos e seus participantes, é fundamental que as entidades presentes nas interações entre o usuário e o sistema sejam também semanticamente representadas. Assim, é fundamental compreender a terceira abordagem a ser apresentada nesta seção, a Teoria do Léxico Gerativo (PUSTEJOVSKY, 1995).

1.4.2 Teoria do Léxico Gerativo

A Teoria do Léxico Gerativo (TLG) (PUSTEJOVSKY, 1995) foi proposta com o objetivo de se contrapor ao tratamento lexical dado por abordagens enumerativas, as quais representavam os sentidos através de listas enumerativas, isto é, os sentidos eram enumerados a partir de diversas entradas lexicais (PUSTEJOVSKY, 1995). Cada entrada lexical pode, ao ser combinada com diferentes construções, apresentar diferentes sentidos e, desse modo, uma vez que o surgimento de novas construções é infinito, é inviável, portanto, enumerar, em diversas entradas lexicais, cada sentido proposto em cada construção. Como exemplo, uma palavra como “valsa” pode denotar diferentes sentidos, tais como os representados nas sentenças (4), (5) e (6).

(4) Você ouve valsa com frequência?

- (5) A valsa da Bela Adormecida é uma das minhas favoritas.
- (6) A valsa dos noivos foi linda.

É possível notar que “valsa” adquire diferentes sentidos em apenas três sentenças. Na sentença (4) o sentido está relacionado a um estilo musical, enquanto que na sentença (5), associa-se a uma composição musical específica. Já na sentença (6), o sentido é o de uma dança. Considerando essas sentenças, em teorias enumerativas, cada ocorrência da palavra “valsa” teria uma nova entrada lexical, ou seja, considerando o nível de praticidade em análises semânticas, é algo árduo de implementar em bases de conhecimento e em outros sistemas de análise lexical, além de desconsiderar as óbvias relações de sentido entre os três usos.

Pustejovsky (1995) utiliza três argumentos que contestam a efetividade dessas teorias enumerativas: o uso criativo das palavras, a permeabilidade dos sentidos das palavras e a expressão de múltiplas formas sintáticas. O primeiro argumento está relacionado aos novos sentidos que as palavras assumem em novos contextos, isto é, esse uso criativo é infinito, uma vez que surgem novas construções e com elas, novos sentidos. Dessa forma, é inviável enumerar, em uma teoria lexical, todos os sentidos que as palavras assumem. A permeabilidade dos sentidos das palavras associa-se à sobreposição dos sentidos, em outras palavras, os sentidos não são atômicos, eles podem se sobrepor e, desse modo, eles não são fixos (PUSTEJOVSKY, 1995). As sentenças (4), (5) e (6) são um exemplo disso. E o último argumento, a expressão de múltiplas formas sintáticas, está relacionado ao único sentido de uma palavra que pode ser expresso a partir de diferentes formas sintáticas. Como exemplo, as sentenças (7), (8), (9) e (10) tratam dessa questão (PUSTEJOVSKY, 1995, p. 53).

- (7) Maria lamentou que ela tivesse publicado o artigo na *Illustrated Semantics*.
- (8) Maria lamentou o artigo na *Illustrated Semantics*.
- (9) João se arrependeu de publicar as fotos na revista.
- (10) João se arrependeu das fotos na revista.¹⁵

¹⁵(7) Mary regretted that she had published the article in *Illustrated Semantics*.
 (8) Mary regretted the article in *Illustrated Semantics*.
 (9) John regretted publishing the photos in the magazine.
 (10) John regretted the photos in the magazine.

Nas sentenças (7) e (8) o verbo “lamentar” possui o mesmo sentido, mas apresenta estruturas sintáticas diferentes, como “lamentou que” e “lamentou”. De modo semelhante, nas sentenças (9) e (10), o verbo “arrepender-se” se apresenta como “se arrependeu de publicar” e “se arrependeu das fotos”, embora o sentido seja o mesmo nas duas ocorrências. Nesse contexto, as teorias enumerativas listariam essas estruturas, de modo a caracterizar cada ocorrência de cada verbo, algo inviável para que uma análise linguística seja realizada de modo prático.

Considerando esses três argumentos, Pustejovsky propõe a Teoria do Léxico Gerativo, a qual pode ser caracterizada como uma “estrutura de representação do conhecimento que oferece um vocabulário rico e expressivo para a informação lexical”¹⁶(PUSTEJOVSKY, 2008, p. 1). Nessa perspectiva, essa teoria é, conforme Pustejovsky (1995), uma maneira de examinar mais os aspectos gerativos ou composicionais da semântica lexical, isto é, uma vez que a língua fornece infinitas possibilidades de sentido, a Teoria do Léxico Gerativo é uma forma de se debruçar sobre essas múltiplas possibilidades, buscando examiná-las sem recorrer a padrões fixos de sentido.

Para cumprir tal finalidade, a Teoria do Léxico Gerativo apresenta quatro níveis de representação semântica: estrutura de argumento, estrutura de evento, estrutura qualia e estrutura de herança lexical (PUSTEJOVSKY, 1995). Esses quatro níveis de representação são igualmente importantes, no entanto, o foco desta dissertação se encontra na estrutura qualia, a qual será mais explorada nesta seção. Desse modo, as estruturas de argumento, de evento e de herança lexical serão abordadas brevemente, uma vez que são resolvidas a partir dos fundamentos da FrameNet.

A estrutura de argumento está relacionada à especificação quanto ao número e ao tipo dos argumentos e demonstração de como eles são realizados. Já a estrutura de evento se refere ao tipo de evento que aparece em uma sentença ou em um item lexical. Pustejovsky (1995) considera três tipos de eventos: estado, processo e transição. Além dessas estruturas, há a estrutura de herança lexical, a qual está relacionada à identificação de como uma estrutura lexical está associada às outras estruturas e a sua contribuição para a organização global do léxico (PUSTEJOVSKY, 1995, p. 61).

¹⁶“(...)knowledge representation framework which offers a rich and expressive vocabulary for lexical information.”

A estrutura qualia se refere aos “modos de explicação, compostos pelos papéis Formal, Constitutivo, Télico e Agentivo”¹⁷ (PUSTEJOVSKY, 1995, p. 61). Nesse contexto, a estrutura qualia também pode ser denominada como “Relações Qualia” ou “Papéis Qualia” (PUSTEJOVSKY, 2016). Além disso, os qualia “codificamos aspectos do significado da palavra, os quais são atribuídos, frequentemente, ao conhecimento de mundo por teorias linguísticas contemporâneas.”¹⁸ (PUSTEJOVSKY, 2016, p. 4). Desse modo, a estrutura qualia é uma representação semântica que considera o sentido de uma palavra, de forma ampla, procurando abranger todos os aspectos semânticos e sua inserção no uso efetivo da língua. Para tal, há quatro aspectos do significado de uma unidade semântica: formal, constitutivo, agentivo e télico. A Figura 12 resume as características de cada relação qualia, em que α representa o item lexical.

$$\left[\begin{array}{l} \alpha \\ \text{QUALIA} = \left[\begin{array}{l} \text{F} = \text{what } \alpha \text{ is} \\ \text{C} = \text{what } \alpha \text{ is made of} \\ \text{T} = \text{function of } \alpha \\ \text{A} = \text{origin of } \alpha \end{array} \right] \end{array} \right]$$

Figura 12: Representação das relações qualia (PUSTEJOVSKY, 2016, p. 8)

Na Figura 12, as letras F, C, T, A representam, respectivamente, as relações qualia Formal, Constitutivo, Télico e Agentivo. Desse modo, as definições presentes para cada relação na Figura 12 associam-se às características destas. Em outras palavras, F (Formal) é representado pela definição “o que o item lexical (α) é”, bem como em C (Constitutivo), “do que é feito α ”, em seguida, em T (Télico), “a função de α ” e, finalmente, na relação A (Agentiva) a definição “origem de α ”. Essencialmente, as definições apresentadas na Figura 12 resumem as características de cada relação.

Considerando a ordem das relações apresentadas na Figura 12, a primeira a ser apresentada é a Formal. A relação Formal pode ser definida como aquela que distingue um objeto dentro de grande domínio (PUSTEJOVSKY, 1995, p. 85), isto é, caracteriza um item lexical a partir da sua informação taxonômica (PUSTEJOVSKY,

¹⁷“(...) modes of explanation, composed of FORMAL, CONSTITUTIVE, TELIC and AGENTIVE roles.”

¹⁸“Qualia encode aspects of a word’s meaning that are often attributed as world knowledge by contemporary linguistic theories”

2016), de modo que, ao considerarmos a infinidade de itens lexicais presentes em uma língua, entende-se que é necessário categorizá-los, a fim de especificar tais características e, assim, aprimorar a compreensão do sentido desses itens lexicais. Dessa forma, a relação Formal categoriza os itens lexicais a partir de uma taxonomia, considerando sua categoria no mundo. Tal relação é exemplificada em (11), com a unidade lexical “feijoada”.

$$(11) \left[\begin{array}{l} \textit{feijoada} \\ \textit{QUALIA} = [F = \textit{comida}] \end{array} \right]$$

Como apresentado em (11), o item lexical “feijoada” está incluído na categoria “comida” e isso contribui para o sentido desta. Nessa perspectiva, conforme Pustejovsky (2016), a relação Formal apresenta as propriedades de um item lexical que serão relevantes para a sua especificação taxonômica.

Já a relação Constitutiva relaciona-se à composição de um item lexical, isto é, em termos semânticos, o que o constitui como objeto no mundo. Assim, a relação Constitutiva apresenta as partes que constituem um item lexical, de modo a entendê-lo como um todo. O exemplo de relação Constitutiva de “feijoada” exemplificado em (11) é apresentado em (12).

$$(12) \left[\begin{array}{l} \textit{feijoada} \\ \textit{QUALIA} = [C = \{\textit{feijão}, \textit{linguiça}, \textit{bacon}, \textit{água}, \textit{sal} \dots\}] \end{array} \right]$$

Em (12), as partes que constituem uma feijoada, tais como feijão, linguiça, bacon, água, sal, entre outros componentes, atribuem o sentido a esse item lexical e, a partir dos constituintes desse qual, é possível compreender, de modo mais amplo, o sentido da unidade semântica “feijoada”. Diferentemente da relação Formal, em que há apenas um elemento que categoriza um item lexical em uma classificação, a relação Constitutiva pode enumerar diferentes partes que constituem determinada unidade lexical e, desse modo, atribuir um sentido a ela. Nesse contexto, como apresentado em (11), “feijoada” tem como relação Formal a categoria “comida” e não poderia haver outra relação Formal sobreposta. No entanto, como (12) demonstra, a mesma unidade semântica pode apresentar diferentes elementos constitutivos e que se sobrepõem.

A relação Télica é caracterizada pela função ou finalidade de um objeto, ou seja, a relação télica indica a finalidade que um agente tem em uma ação e a função

atribuída a certas atividades (PUSTEJOVSKY, 1995). Ainda no que concerne ao item lexical “feijoadá” um exemplo de relação Télica é apresentado em (13).

$$(13) \left[\begin{array}{l} \textit{feijoadá} \\ \textit{QUALIA} = \quad [T = \textit{comer}] \end{array} \right]$$

Em (13), é possível notar que a função do item lexical “feijoadá” é “comer”, isto é, a “feijoadá” é preparada com a finalidade, como a de qualquer outro prato, de servir como alimento. A última relação Qualia a ser definida nesta seção é a relação Agentiva. A relação Agentiva relaciona-se à origem de um determinado objeto no mundo (PUSTEJOVSKY, 1995), isto é, nesta relação, são identificados os fatores ou as situações que deram origem a uma entidade. Ainda utilizando o exemplo da unidade semântica “feijoadá”, é possível observar a relação Agentiva desse item lexical em (14).

$$(14) \left[\begin{array}{l} \textit{feijoadá} \\ \textit{QUALIA} = \quad [A = \textit{cozinhar}] \end{array} \right]$$

A relação Agentiva de “feijoadá” é “cozinhar”, uma vez que o ato de cozinhar dá origem a esse prato. Embora o exemplo do item lexical “feijoadá” abranjatodas as relações Qualia, nem todas as unidades lexicais envolverão todas as relações. Em outras palavras, alguns itens lexicais como “peixe” e “garçom” não conterão as relações Agentiva, uma vez que é estranho e, principalmente, irrelevante apresentar o que/quem deu origem ao “peixe” ou ao “garçom”, no âmbito de um aplicativo voltado para turistas, seguindo assim, uma decisão de modelagem, ao considerar esse domínio turístico. Dessa maneira, as relações Qualia conseguem abranger aspectos linguísticos e contextuais, o que é inovador, uma vez que as abordagens enumerativas, embora listassem diversos sentidos, não conseguiam englobar aspectos que vão além de uma expressão linguística.

Dessa forma, as relações Qualia são fundamentais para esta dissertação, dado que, por se interessarem pelos elementos linguísticos e contextuais de uma expressão e, conjuntamente relacionadas à Semântica de Frames, fornecem mecanismos que aprimoram a interação entre o *chatbot* e o usuário. Esse aprimoramento ocorre devido à abrangência, por essas abordagens, dos aspectos contextuais, tão essenciais para o uso de uma língua, especialmente quando se trata de interações entre máquinas e

humanos, já que nelas, a máquina, geralmente, não aprende por algoritmos essas particularidades do uso efetivo da língua.

2 REPRESENTAÇÃO SEMÂNTICA BASEADA EM FRAMES

Esta seção tem como objetivo apresentar a FrameNet, além de uma das ramificações desta última: a FrameNet Brasil. Tais aplicações apresentam como fundamentação teórica a Semântica de Frames.

2.1 FrameNet

Nesta seção, antes de apresentar a FrameNet, é necessário compreender os princípios básicos da Semântica de Frames, a qual lhe serviu de base.

Fillmore (1985) distingue a semântica em duas: a semântica do entendimento¹⁹ (U-semantics) e a semântica da verdade²⁰ (T-semantics). A semântica do entendimento relaciona-se à descrição das relações entre textos, além dos contextos nos quais são instanciados e o processo de interpretação desses textos. Por outro lado, a semântica da verdade está relacionada às condições de verdade em que determinadas proposições se encontram, isto é, a semântica da verdade se interessa pelo julgamento de uma sentença em verdadeira ou falsa. Nessa taxonomia, é possível notar que a Semântica Formal representa um dos tipos de semântica da verdade, uma vez que as representações semânticas baseadas nesse modelo se fundamentam nas condições de verdade e falsidade das sentenças analisadas. Sob outra perspectiva, a semântica do entendimento é representada pela Semântica de Frames, dado que essa abordagem busca investigar a relação entre língua e experiência e, nesse contexto, ela analisa os aspectos relacionados à compreensão das expressões linguísticas, a partir das conceptualizações dos falantes de uma língua. Para maior compreensão sobre a distinção entre a semântica do entendimento e a semântica da verdade, considere-se a sentença (15).

(15) O aniversário dele é 25 de março.

Na semântica da verdade, a sentença (15) seria considerada independentemente do seu contexto, além de ser observado apenas se o aniversário

¹⁹Semantics of understanding

²⁰Semantics of truth

do indivíduo em questão é, de fato, no dia 25 de março, isto é, se a sentença (15) é verdadeira ou falsa. Por outro lado, na semântica do entendimento, seriam analisados todos os aspectos que englobam o sentido da sentença (15), ou seja, quais os elementos que envolvem a palavra “aniversário”, como o evento, quais seriam os seus participantes, os elementos que o compõem como evento diferente de “funeral”, por exemplo, e a razão de estar relacionado a uma data.

Dessa forma, por considerar a experiência do falante e, por conseguinte, os aspectos culturais, a Semântica de Frames oferece uma compreensão do significado, o qual é expresso fazendo-se referência a estruturas cognitivas – os frames – os quais são utilizados pelos falantes para expressar o entendimento de sua língua (FILLMORE & BAKER, 2010). Nesse contexto, os frames fornecem a base para a compreensão do significado das expressões linguísticas, a partir do conjunto de conceptualizações possíveis de uma situação específica, isto é, os frames oferecem ao falante de uma língua a percepção do significado de uma palavra, através do enquadramento dela em um determinado evento, o qual está ancorado nas experiências de cada indivíduo.

Desse modo, a Semântica de Frames é o estudo de como as formas linguísticas evocam ou ativam frames e de como os frames ativados podem ser integrados no entendimento de sentenças (FILLMORE & BAKER, 2010). Nessa perspectiva, a FrameNet é uma representação semântica que se baseia nos princípios da Semântica de Frames e, por conseguinte, identifica e caracteriza os frames semânticos a partir de expressões linguísticas que os evocam, sendo eles a base para o estudo das propriedades semânticas e sintáticas que compõem uma determinada sentença (FILLMORE et al., 2003a). A FrameNet pode ser também definida como um projeto lexicográfico computacional que extrai informações das propriedades semânticas e sintáticas de palavras em inglês a partir de um grande corpus eletrônico (FILLMORE et al., 2003a). A FrameNet surgiu a partir dos trabalhos de Charles J. Fillmore, no International Computer Science Institute, em Berkeley, e, desde então, funciona para diversas aplicações como tarefas de Compreensão de Língua Natural e Lexicografia Computacional (FILLMORE et al., 2003a).

2.1.1 Estrutura de dados

As unidades básicas que compõem a FrameNet são os frames e as unidades lexicais (ULs), as quais são definidas como um pareamento de uma palavra com um

sentido (RUPPENHOFER et al., 2016). As ULs, presentes nas sentenças, evocam os frames que, por sua vez, são identificados e analisados. Nesse contexto, a sentença (16) exemplifica o que seriam as ULs e os frames evocados por elas.

(16) There are lotsof**foreigners**inthis **hotel**.

Na sentença (16), as ULs *foreigner.n* e *hotel.n* evocarão diferentes frames. A UL *hotel.n* evoca o frame *Buildings*, enquanto *foreigner.n* evoca o frame *People_by_origin*. A Figura 13 apresenta a busca pela UL *foreigners.n* através da ferramenta Lexical Unit Index da FrameNet (<https://framenet.icsi.berkeley.edu/fndrupal/>).

The screenshot shows the 'FrameNet Index of Lexical Units' page. It includes a search bar with 'foreigner' entered and a 'Search' button. Below the search bar is a navigation menu with letters A through Z and 'All'. The search results section is titled 'Search: foreigner' and lists one result: 'foreigner.n (People_by_origin) Finished_Initial_Lexical_Entry_Annotation'.

Figura 13: Resultado da busca no Lexical Unit Index por *foreigner.n*.

Em relação às ferramentas da FrameNet, o projeto conta com mecanismos importantes para a análise semântica das sentenças, tais como o Lexical Unit Index (apresentado na Figura 13), que é um compilado de unidades lexicais presentes na base de dados da FrameNet; o Frame Index (exemplificado nas Figuras 14 e 15) que apresenta os frames registrados, o FrameGrapher (apresentado nas Figuras 16 e 17) que expõe os gráficos que apresentam as relações entre os frames, entre outras ferramentas. Seguindo como exemplo a UL *foreigner.n*, a Figura 14 exemplifica a ferramenta Frame Index, a partir do frame *People_by_origin*, o qual é evocado por esta UL.

People_by_origin

[Lexical Unit Index](#)

Definition:

This frame contains words for individuals, i.e. humans, with respect to their **Origin**. The **Origin** is generally incorporated, but may occasionally be specified separately. The **Person** is conceived of as independent of other specific individuals with whom they have relationships and independent of their participation in any particular activity. They may have an **Age**, **Descriptor**, **Persistent characteristic**, or **Ethnicity**.

I'm a proud **BRIT**.

Figura 14: Definição do frame `People_by_origin` acessível através do Frame Index

Na Figura 14, estão expostos o frame `People_by_origin` e a definição, além de um exemplo de sentença. Cada elemento colorido na definição se refere aos Elementos de Frame (EFs) presentes nesse frame, os quais são apresentados com suas definições, na Figura 15.

FEs:

Core:

Origin [Ori]

The **Origin** is the place where the **Person** was born or lived a salient part of her or his life. In this frame, it is generally incorporated in the lexical item, but may be separately specified as in the following:

FOREIGNERS **from Japan** get short shrift around here.

Person [Person]

Semantic Type: Human

Non-Core:

The **Person** is the human being whose **Origin** is specified.

Age [Age]

The **Age** is the length of time the **Person** has been alive.

Context_of_acquaintance [coa]

An expression indicating the context with which the **Person** is associated.
Would you believe it? That **FRENCHMAN** **from the subway** is back again!

Descriptor [Desc]

The **Descriptor** is a temporary condition of the **Person**.

Ethnicity [Eth]

The **Ethnicity** is the religious, racial, national, socio-economic or cultural group to which the **Person** belongs.

Persistent characteristic [Pers char]

The **Persistent characteristic** is a physiological characteristic or personality trait of the **Person** which is conceived of as persisting over time.

The **swarthy** **FRENCHMAN** appeared at his elbow, smiling.

Figura 15: Elementos de Frame (EFs) do frame `People_by_origin`

Diferentemente do PropBank, apresentado na seção 1.4, cuja valência é formada a partir das estruturas de predicado e argumento, a FrameNet apresenta as valências através dos Elementos de Frame, uma vez que eles compõem os possíveis

espaços (slots) a serem preenchidos pelo frame. Nessa perspectiva, como apresentado na Figura 15, os Elementos de Frame podem ser nucleares (core) ou não-nucleares (non-core), ou seja, os nucleares se referem àqueles elementos que compõem de forma central o frame, enquanto que os não-nucleares são aqueles que integram o frame, mas de forma menos essencial. No frame `People_by_origin`, os EFs nucleares são `ORIGIN` e `PERSON`, enquanto os EFs não-nucleares são `AGE`, `CONTEXT_OF_ACQUAINTANCE`, `DESCRIPTOR`, `ETHNICITY` e `PERSISTENT_CHARACTERISTIC`. Os Elementos de Frame variam de acordo com cada tipo de frame, uma vez que as valências são diversas e dependem de cada frame.

Outra ferramenta utilizada na base de dados da FrameNet é o FrameGrapher, cuja função é apresentar as relações entre os frames através de gráficos, como apresentado na Figura 16, utilizando como exemplo o frame `People_by_origin`.

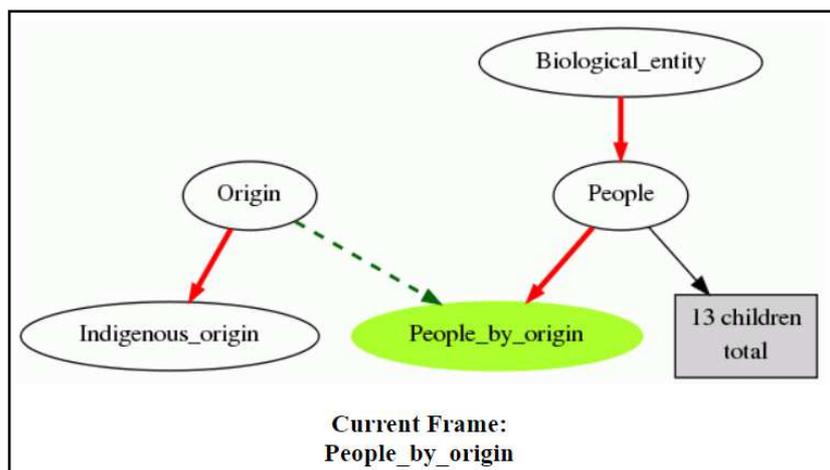


Figura 16: Exemplo da ferramenta FrameGrapher

Na Figura 16, são apresentadas as relações do frame `People_by_origin`, assinalado em verde, já que se trata do frame a partir do qual se criou a representação gráfica. Esse frame é herdado (a relação de Herança é indicada pela seta vermelha) do frame `People`, que, por sua vez, é herdado do frame `Biological_entity`. Ao lado esquerdo, há outro frame, o `Origin`, que é usado (a relação de Uso é indicada pela seta verde) pelo frame `People_by_origin`.

As relações de Herança e Uso são semelhantes, no entanto, na relação de Herança, o “frame filho”, como `People_by_origin`, apresenta todos os Elementos de Frame presentes em `People`, por isso, há uma relação de Herança e, além de

apresentar todos, pode conter mais Elementos de Frame que o “frame pai”, apresentando novas características (FILLMORE & BAKER, 2010).

Por outro lado, na relação de Uso, alguns Elementos de Frame presentes no “frame pai”, como os de *Origin*, não estarão presentes no “frame filho”, isto é, pelo menos alguns dos principais Elementos de Frame do “frame pai” estarão presentes no “frame filho”, mas nem todos, dessa forma, o “frame pai” serve como plano de fundo (*background*) para o “frame filho” (FILLMORE & BAKER, 2010).

Além das relações de Herança (Inheritance) e Uso (Using), há outras como Perspectiva (Perspective_on), Subframe (Subframe), Precedência (Precedes), Causativo_de (Causative_of) e Incoativo_de (Inchoative_of) (FILLMORE & BAKER, 2010). Na relação de Perspectiva, diferentes unidades lexicais evocarão diferentes frames, os quais apresentam perspectivas distintas a partir de um evento maior, que engloba essas visões de um mesmo evento. Na relação de Subframe, os subframes são inseridos em um evento maior (frame) e indicam os subeventos presentes nesse evento maior, além de poderem ser dispostos de forma ordenada. A relação de Precedência está associada à relação de Subframe, uma vez que, como os subframes podem ser apresentados de forma ordenada em um evento maior, cada subframe pode preceder o subframe seguinte.

De modo a exemplificar as relações entre frames expostas anteriormente, o frame *Employment_Scenario* apresenta várias dessas relações, que estão demonstradas na Figura 17.

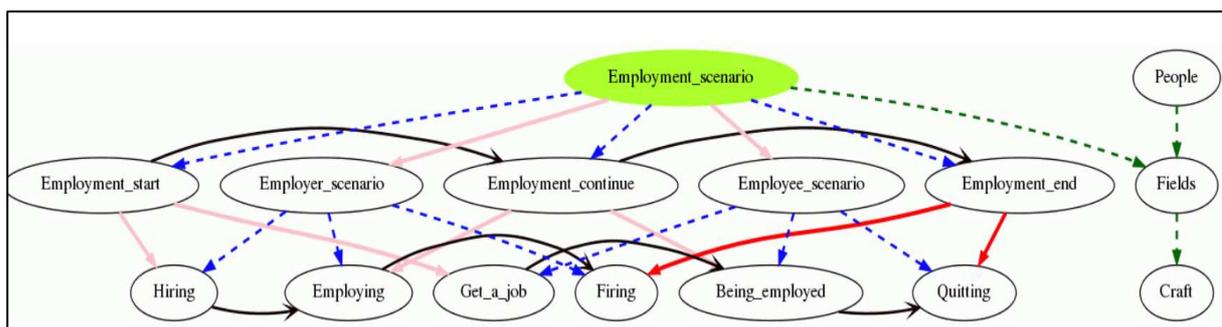


Figura 17: Relações do frame *Employment_scenario* no *FrameGrapher*

O frame *Employment_scenario* representa um evento maior que é o de emprego e esse evento abrange diversas situações menores, representadas pelos subframes *Employment_start*, *Employment_continue* e *Employment_end*. A relação entre esses subframes e o frame *Employment_scenario* é demonstrada a

partir das setas azuis. As setas pretas indicam a relação de Precedência, dessa forma, o subframe `Employment_start` precede `Employment_continue` que, por sua vez, precede `Employment_end`. Na Figura 17, as setas rosas indicam a relação de Perspectiva quanto ao evento exposto pelo frame `Employment_scenario`. A partir desse frame, há duas perspectivas quanto ao evento, representadas pelos subframes `Employer_scenario` e `Employee_scenario`, dado que são perspectivas diferentes quanto ao ato de empregar ou ser empregado. As setas vermelhas indicam a relação de Herança, representada pelo subframe `Employment_end` que funciona como “frame pai” dos subframes `Firing` e `Quitting`, os quais são tipos especializados de término de relação empregatícia, a depender de quem toma a iniciativa. Além dessas relações, a relação de Uso, indicada pela seta verde, apresenta o frame `Fields` que usa o frame `Employment_scenario`, na medida em que, não raro, os campos da ciência e das artes relacionam-se a profissões, como arquitetura e arquiteto, por exemplo.

As relações `Causativo_de` e `Incoativo_de` podem ser caracterizadas a partir dos frames `Position_on_a_scale`, `Change_position_on_a_scale` e `Cause_change_of_scalar_position`. Esses frames são exemplificados nas sentenças (17), (18) e (19).

(17) The temperature at this time is HIGH.

(18) The number of bathers on the beaches of Rio HAS GROWN in recent years.

(19) Sun exposure INCREASES risk of cancer.

Na sentença (17), o frame evocado é o `Position_on_a_scale`, uma vez que esse frame indica um evento estativo, isto é, a temperatura ser alta em determinada época não é uma ação, é uma característica, além disso, “alto” indica uma posição em uma escala. Por outro lado, na sentença (18), o frame evocado é `Change_position_on_a_scale`, pois o sujeito da oração “The number of bathers on the beaches of Rio” não é responsável pelo crescimento da ação de ir à praia. E na sentença (19), o frame evocado é `Cause_change_of_position_on_a_scale`, uma vez que o sujeito da oração “Sun exposure” é responsável pela ação de aumentar o risco de câncer, ou seja, a exposição ao sol é a causa do aumento do risco. Nessa perspectiva, o frame `Cause_change_of_position_on_a_scale` possui a relação

Causativo_de com o frame *Change_position_on_a_scale*, que, por sua vez, mantém a relação *Incoativo_de* com o frame *Position_on_a_scale*.

2.1.2 Tipos de anotação

Além do uso dessas relações entre frames, a FrameNet utiliza dois tipos de anotação: a de texto corrido e lexicográfica (RUPPENHOFER et al., 2010). A anotação de texto corrido é caracterizada por não possuir uma UL alvo definida a priori para a anotação, isto é, toda UL encontrada na sentença é anotada. A sentença (20) exemplifica esse tipo de anotação.

(20) Parque da Lajinha is a [greatEvaluation] [placePlace] [toPurpose] [walkSelf_motion] [OrAlternatives] [readReading_activity] a[bookText]²¹.

Na sentença (20), não há uma única unidade lexical alvo, ou seja, todas as unidades lexicais presentes na sentença tais como *great.n*, *place.n*, *to.p*, *walk.v*, *read.ve* *book.n* evocam diferentes frames e são correlacionados em uma única anotação. Casos como “a” e “Parque da Lajinha” não são anotados porque a FrameNet não considera em suas anotações artigos e nomes próprios. A cópula também não é anotada como UL uma vez que o predicador é o nome *place*.

Diferentemente da anotação de texto corrido, a anotação lexicográfica baseia-se em uma única UL alvo, isto é, os frames selecionados para uma determinada sentença são aqueles evocados pela UL alvo. A Figura 18 apresenta um exemplo de anotação lexicográfica da FrameNet Berkeley.

| Layer | A | n | y | t | h | i | n | g | t | h | a | t | d | i | s | p | l | e | a | s | e | d | h | e | r | I | d | i | d | . |
|-------|-----|----|---|---|---|---|---|---|-----|----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|-----|---|---|---|---|---|---|---|---|
| FE | St | im | u | l | u | s | | | St | im | | | | | | | | | | | | Ex | p | | | | | | | |
| GF | Ext | | | | | | | | Ext | | | | | | | | | | | | | Obj | | | | | | | | |
| PT | NP | | | | | | | | NP | | | | | | | | | | | | | NP | | | | | | | | |
| Other | Ant | | | | | | | | Rel | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Verb | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Sent | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Figura 18: Anotação lexicográfica da FrameNet Berkeley (RUPPENHOFER et al., 2010, p. 32)

²¹Os frames utilizados nesta anotação são baseados na FrameNet Berkeley.

Na Figura 18, a sentença “Anything that displeased her I did” (Qualquer coisa que desagradasse a ela eu fiz) é anotada lexicograficamente a partir da UL *alvodisplease.v* (*desagradar.v*). Através dessa UL, a anotação se dá em camadas, tais como FE (Frame Elements – Elementos de Frame), GF (Grammatical Function – Função Gramatical), PT (Phrase Type – Tipo Sintagmático) e Other (Outros). Embora o foco seja apresentar que a anotação lexicográfica se dá em camadas, é importante frisar que a anotação de texto corrido também utiliza as mesmas camadas. Em relação aos Elementos de Frame (EFs), como mencionado anteriormente, eles compõem a valência semântica do frame, já a Função Gramatical (FG) se relaciona à estrutura argumental da sentença, isto é, se a expressão linguística é um argumento externo (Ext), se é um Objeto (Obj), entre outras classificações. O Tipo Sintagmático (TS) está relacionado à natureza do sintagma a ser classificado, ou seja, se é um NP (Sintagma Nominal), um PP (Sintagma Preposicionado), entre outros. Na camada “Outros” serão marcadas quaisquer outras informações relacionadas à unidade lexical alvo, isto é, informações que não se adéquam às outras camadas como informações sobre cópula e verbos suporte (RUPPENHOFER et al., 2010).

Na Figura 18, o frame evocado pela UL *displeased.v* é *Stimulate_emotion*, dessa forma, na camada dos Elementos de Frame, as expressões “Anything” e o relativo “that” estão inseridas no EF de Stimulus (Estímulo), enquanto que “her” é marcada no EF de experienciador. Na camada da Função Gramatical, “Anything” e “that” são marcados como externos (Ext), ao passo que “her” é marcada como objeto (Obj). Em relação ao Tipo Sintagmático, todas as palavras são marcadas como NPs, uma vez que são sintagmas nominais. E, finalmente, na camada Outros, “Anything” é marcado como antecedente (Ant), e “that” é marcado como relativo (Rel).

Embora a anotação lexicográfica da FrameNet consiga, através de várias camadas de anotação e dos Elementos de Frame que compõem um evento, demonstrar e anotar sentenças de variadas naturezas, há sentenças que, por serem retiradas de diferentes tipos de texto, não apresentam todos os EFs ou são anafóricas. Para essas situações, a FrameNet utiliza a marcação de Instanciação Nula. A Instanciação Nula pode ser de três tipos: Instanciação Nula Construcional (CNI), Instanciação Nula Definida (DNI) e Instanciação Nula Indefinida (INI) (FILLMORE & BAKER, 2010).

A Instanciação Nula Construcional se refere àquelas construções em que expressões linguísticas não aparecem, uma vez que a sua ausência é intrínseca à

natureza dessas construções. Exemplos desse tipo de construção são os imperativos, como explicitado na sentença (21) e as passivas, exemplificada na sentença (22).

(21) Close the door.

(22) The house was sold.

Na sentença (21), o sujeito é omitido, uma vez que a construção dos imperativos licencia essa ocorrência, sendo, portanto, uma CNI. Na sentença (22), informações como: quem vendeu a casa, para quem a casa foi vendida ou por quanto ela foi vendida não fazem parte, obrigatoriamente, da construção das passivas. Desse modo, assim como os imperativos, a construção licencia o não aparecimento dessas expressões linguísticas, sendo subentendidas.

A Instanciação Nula Definida (DNI) está relacionada à omissão de um determinado termo, no entanto, diferentemente da Instanciação Nula Construcional, em que a construção licencia esse processo, na DNI, mesmo a expressão linguística sendo omitida, é possível recuperá-la ao longo da leitura da sentença. A sentença (23) exemplifica a DNI.

(23) Last week I took my Linguistic exam. I passed.

Na sentença (23), o objeto de *pass.* está elíptico, indicando um processo anafórico, isto é, retomando um tópico conversacional explorado anteriormente.

A Instanciação Nula Indefinida (INI) também indica um processo anafórico, entretanto, diferentemente da DNI, não é possível retomar o referente exato. As sentenças em (24) exemplificam essa instanciação.

(24) - Would you like some cake?

- Thanks, I already ate.

No exemplo (24), não é possível retomar o referente do objeto elíptico de *eat.v.*, isto é, não é possível saber o que o interlocutor comeu, mas, apenas, que ele já comeu algo. Dessa forma, o objeto após o verbo seria marcado como Instanciação Nula Indefinida.

Como é possível perceber, a FrameNet apresenta nuances importantes quanto à análise semântica e sintática, uma vez que procura detalhar e alcançar as

particularidades semânticas e sintáticas da língua. Diferentemente do PropBank e da AMR, a FrameNet é uma representação que não se limita à estrutura predicado-argumento, pois ela procura representar as variadas expressões linguísticas de modo detalhado, sem uma representação generalizante. Dessa forma, a FrameNet apresenta uma alta granularidade (BONIAL et al., 2014), isto é, apresenta uma análise mais detalhada, já que utiliza diversas camadas de análise, como as camadas de anotação – Elementos de Frame, Função Gramatical e Tipo Sintagmático –, algo distinto do formato mais generalizante do PropBank e da AMR com as estruturas de predicado-argumento.

Considerando esse processo, a FrameNet foi ampliada a partir de suas ramificações no mundo inteiro, as quais analisam as sentenças de diferentes línguas a partir da Semântica de Frames. Nesse contexto, projetos que integram a FrameNet podem ser citados, como o SALSA Project (BURCHARDT et al., 2006) que analisa textos em alemão, a partir dos frames da base de dados da FrameNet de Berkeley (FILLMORE & BAKER, 2010). Além do SALSA, outras ramificações analisam diferentes línguas, como o chinês, o japonês, o espanhol, o português brasileiro, entre outras. Nessa perspectiva, é importante ressaltar que o trabalho exposto nesta dissertação está inserido em uma dessas ramificações: a FrameNetBrasil.

2.2 FrameNet Brasil

A FrameNet Brasil vem se desenvolvendo desde 2007 (SALOMÃO, 2009) e, assim como a FrameNetBerkeley, se baseia na Semântica de Frames. Dessa forma, elementos que fundamentam a análise semântica a partir dos frames, tais como os Elementos de Frame (EFs), as Unidades Lexicais (ULs) e as camadas da anotação lexicográfica – Função Gramatical, Tipo Sintagmático, por exemplo – se mantêm no mesmo processo na FrameNet Brasil.

Embora a FrameNet Berkeley e a FrameNet Brasil tenham objetivos similares, como o desenvolvimento de um recurso lexicográfico que utilize a fundamentação teórica da Semântica de Frames para a análise de diversas sentenças, a FrameNet Brasil apresenta particularidades quanto ao processo. Nessa perspectiva, a FrameNet Brasil, apesar de utilizar como ponto de partida a base de dados (frames, por exemplo) da FrameNet Berkeley, desde 2010, busca expandir tal base através da incorporação de novos frames; além de aumentar a quantidade de construções, dado que o

Português do Brasil apresenta diferenças construcionais e, portanto, necessitam ser modeladas; e, finalmente, desenvolver aplicações multilíngues de domínio específico, para usuários não-especialistas – como o desenvolvimento do *chatbot*, objeto dessa dissertação (TORRENT, et al, 2018).

Nessa perspectiva, a FrameNet Brasil é um recurso que analisa semanticamente e sintaticamente as sentenças, utilizando os frames como base para a anotação lexicográfica. O Lexicon da FrameNet Brasil apresenta, através da WebTool 3.0 (MATOS & TORRENT, 2017), funcionalidades semelhantes às da FrameNet Berkeley, como definição do frame, os Elementos de Frame que o compõem, as relações entre o frame e outros, além das unidades lexicais (ULs) que o evocam. A Figura 19 apresenta um exemplo a partir da FrameNet Brasil.

Acomodação

Definição

Descreve estabelecimentos comerciais que oferecem serviços de acomodação para turistas. Os estabelecimentos costumam ser classificados quanto a seu tipo e/ou qualidade.

Exemplo(s)

Elementos de Frame Nucleares

FE Core:
Alojamento [Lodge] O estabelecimento comercial que oferece acomodação para turistas.

Elementos de Frame Não-Nucleares

Classificação [Rate] Indica as características do **Alojamento** no que se refere a aspectos da acomodação, tais como luxo, preço e número de estrelas.

Finalidade [Purpose] Alguma ação específica possibilitada pelo **Alojamento**.

Lugar [Place] Local no qual se encontra o **Alojamento**.

Tipo [Type] Se refere às características do **Alojamento** que dizem respeito, geralmente, ao local em que ele se encontra (hotel fazenda ou hotel de selva, por exemplo), ou a outras especificidades não relacionadas ao luxo ou à qualidade, tais como ser ecologicamente correto ou ter valor histórico.

Turista [Tourist] Aquele que faz uso do **Alojamento**.

Relações

Unidades Lexicais

[acampamento.n](#)
[acomodação.n](#)
[albergue.n](#)
[alojamento.n](#)
[apartamento.n](#)
[bangalô.n](#)
[camping.n](#)

Figura 19: Frame Acomodação na FrameNet Brasil

A Figura 19 apresenta a definição do frame *Acomodação*, assim como os Elementos de Frame nucleares (Alojamento) e os não-nucleares (Classificação, Finalidade, Lugar, Tipo e Turista), de forma que essa apresentação é semelhante à FrameNet Berkeley. Considerando o frame *Acomodação*, a Figura 20 apresenta a entrada da unidade lexical *hotel.n*, a qual o evoca.

| Lexical Entry | | |
|--|------------------|---|
| hotel.n | | |
| Frame: <i>Acomodação</i> | | |
| Definição | | |
| estabelecimento comercial que possui muitos quartos ou apartamentos mobiliados e estes são alugados por um preço diário. | | |
| Elementos de Frame e suas Realizações Sintáticas | | |
| Os Elementos de Frames do sentido desta palavra são (com as realizações): | | |
| Frame Element | Number Annotated | Realization(s) |
| Alojamento | 30 | INC.-- (30) |
| Lugar | 19 | INI.-- (2) DNI.-- (12) CNI.-- (1) ?.? (2) Dep.PP (2) Aposto.VPpart (1) |
| Tipo | 6 | Dep.AdjP (6) |
| Classificação | 8 | Dep.PP (3) Dep.AdjP (3) Dep.NP (1) Adjct.PP (1) |

Figura 20: Entrada lexical da UL *hotel.n*

Na Figura 20, é possível observar a definição da UL, assim como os EFs e suas realizações, ou seja, o número de EFs anotados nas sentenças, assim como o tipo de realização, seja o Tipo Sintagmático (NP, PP, AdjP, entre outros), seja como instanciação nula. Essas realizações são mensuradas a partir das anotações lexicográficas realizadas. Essas anotações são exemplificadas na própria entrada lexical, como exposto na Figura 21.

| Sentences | |
|---|--------------------|
| Clear Sentences | Turn Colors On/Off |
| ☑ São centenas de HOTÉIS , restaurantes, bares, lojas e etc. | INC INI |
| ☑ O HOTEL possui 30 quartos completamente equipados | DNI INC |
| ☑ Pequeno HOTEL nas proximidades de Petropolis-RJ, com excelente acesso pela BR 040 a 90 km do Aeroporto Intenacional do RJ. Dois restaurantes oferecem opções na culinária mediterrânea, típica brasileira, fondues e racletes, além de uma seleta carta de vinhos | INC CNI |
| ☑ Para isso, precisamos ter aeroportos, estradas, um sistema de transporte público eficiente, HOTÉIS de todas as categorias ... | DNI INC |
| ☑ HOTEL urbano , decoração temática com peças de artesãos da Região, localização central, perto deos principais bancos, restaurantes e boates | DNI INC |

Figura 21: Sentenças com a UL alvo *hotel.n* anotadas

As sentenças apresentadas na Figura 21 possuem, em suas partes coloridas, a marcação da UL *hotel.n* (marcada em preto) e a marcação dos EFs (Alojamento, Lugar, Tipo e Classificação) em outras cores. As marcações INI (Instanciação Nula Indefinida), CNI (Instanciação Nula Construcional), DNI (Instanciação Nula Definida) e INC (Incorporação de EF) são caracterizadas com a cor referente ao Elemento de Frame que elas representam. Por exemplo, na primeira sentença da Figura 21, “São centenas de HOTÉIS, restaurantes, lojas e etc.” estão marcados a INI e a INC como os Elementos de Frame Lugar e Alojamento, respectivamente, uma vez que na sentença não é possível definir qual é o lugar (qual é a cidade ou bairro) e o tipo de Alojamento está incorporado no radical da UL.

Considerando as sentenças anotadas com a UL *hotel.n*, apresentadas na Figura 21, é importante apresentar um exemplo de anotação lexicográfica, assim como realizada na FrameNet Berkeley, no entanto, com as ferramentas computacionais da FrameNet Brasil. A Figura 22 apresenta um trecho da anotação lexicográfica da última sentença mostrada na Figura 21.

The screenshot shows a software interface for FrameNet Brasil. At the top, there is a menu bar with options: Save, Refresh, Hide AS, Remove AS, Add Cxn, Label Help. Below the menu, the text "[82770] MANUAL NI Hotel urbano, decoração temática com peças de artesãos da Região" is displayed. A search bar contains "Acomodação.hotel.n". The main area is a grid with columns for the word and its components, and rows for different layers (FE, GF, PT, Other, Noun, Sent). The word "Hotel" is highlighted in black. The word "urbano" is annotated with colored boxes: "INC DNI" in green, "Tipo" in pink, "Dep" in red, and "AdjP" in purple.

| | Hotel | urbano | , | decoração | temática | com | peças | de | artesãos | da | Região |
|-------|-------|--------|---|-----------|----------|-----|-------|----|----------|----|--------|
| FE | | | | | | | | | | | |
| GF | | | | | | | | | | | |
| PT | | | | | | | | | | | |
| Other | | | | | | | | | | | |
| Noun | | | | | | | | | | | |
| Sent | | | | | | | | | | | |

Figura 22: Anotação lexicográfica na FN-Br com a UL alvo *hotel.n*

A partir da Figura 22, é possível notar que em cada camada (FE, GF, PT) estão marcados os rótulos referentes ao constituinte “urbano”. Essas marcações seguem o padrão da FrameNet Berkeley, assim como as orientações sobre a anotação lexicográfica (RUPPENHOFER et al., 2010).

Além da entrada lexical, a FrameNet Brasil apresenta o Grapher, que, assim como na FrameNet Berkeley, apresenta as relações entre os frames. A Figura 23 apresenta as relações do frame *Acomodação* a partir do Grapher. Nela, é possível compreender as relações entre o frame *Acomodação* e os frames *Serviço_turístico*, *Infraestrutura*, *Negócios*, *Hospedar-se* e *Estada*. As setas vermelhas indicam a relação de Herança e as setas verdes indicam a relação de

Uso. Considerando essas informações, o frame *Acomodação* herda de *Serviço_turístico*, *Infraestrutura* e *Negócios*, enquanto usa o *Hospedar-se* e é usado por *Estada*.

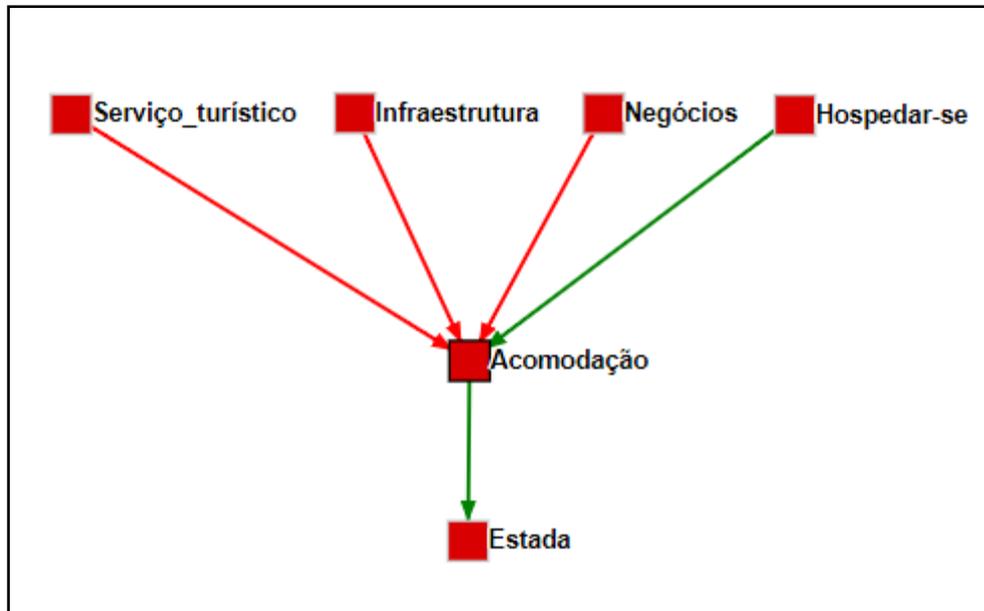


Figura 23: Relações do frame *Acomodação* no Grapher

Essas funcionalidades também são encontradas na FrameNet Berkeley, no entanto, a FrameNet Brasil apresenta, em seu Lexicon, como diferencial, a inserção das Relações Qualia, dado que, conforme Salomão (2009), elas convergem com a proposta da Semântica de Frames, pois analisam o sentido a partir dos vários significados que emergem das unidades linguísticas que formam um texto. A integração entre as Relações Qualia e a FrameNet Brasil será explorada no capítulo 4.

Em relação à aplicabilidade da Semântica de Frames, especificamente na FrameNet Brasil, há o desenvolvimento de ferramentas computacionais no projeto, como a desenvolvida atualmente: o m.knob (MultilingualKnowledge Base). O m.knob é um aplicativo na forma de um assistente de viagens, cuja função é auxiliar turistas a partir de recomendações de atrações turísticas. Ele é desenvolvido em três línguas (Português, Espanhol e Inglês) e apresenta três funções principais: um tradutor de sentenças semanticamente enriquecido, um repositório multilíngue – Diciopedia – (PERON, 2019) e um *chatbot* que oferece recomendações – essa última funcionalidade é melhorada pela pesquisa desenvolvida no presente trabalho.

Para o desenvolvimento dessas três funcionalidades do m.knob, a FrameNet Brasil conta com uma equipe multidisciplinar, composta por linguistas e

programadores, a qual busca fornecer meios para o desenvolvimento de aplicações que relacionem Ciência da Computação e Linguística Computacional. Nesse contexto, é fundamental retomar os requisitos globais de uma representação semântica (HELBIG, 2006), explorados na seção 1.3 desta dissertação, tais como: universalidade, interoperabilidade, comunicabilidade, praticabilidade e capacidade de autonomia.

Sobre a universalidade, a FrameNet Brasil cumpre com esta, uma vez que, segundo Helbig (2006), esse requisito relaciona-se à capacidade de uma representação semântica analisar diferentes línguas ou diferentes domínios, de modo independente, sem ser modelada de acordo com cada tipo de língua, isto é, em suas análises, a representação semântica deve procurar explicar, de modo universal, os processos que compõem uma língua, sem precisar se adequar a ela. Nessa perspectiva, a FrameNet Brasil analisa o Português, o Espanhol e o Inglês sem precisar se moldar a essas línguas, sendo assim, busca analisá-las a partir de elementos lexicais de modo independente e universal.

A interoperabilidade está relacionada à integração entre diferentes disciplinas, assim como a aplicabilidade de investigações teóricas para a construção de ferramentas computacionais, seja para um recurso lexicográfico ou para um *chatbot*, por exemplo (HELBIG, 2006). A FrameNet Brasil desenvolve um repositório multilíngue assim como aplicativos computacionais de domínio específico, os quais aliam a teoria da Semântica de Frames e conhecimentos de Linguística Computacional e Ciência da Computação, atendendo, portanto, a este requisito.

Próximo à interoperabilidade, a comunicabilidade pode ser definida como a intercomunicação de diversas áreas, buscando um entendimento comum sobre o desenvolvimento das diversas aplicações. Em outras palavras, membros de um grupo de pesquisa, como a FrameNet Brasil onde se encontram programadores e linguistas, embora tenham visões distintas, devem buscar uma uniformidade quanto aos critérios de análise, para desenvolver ferramentas computacionais.

A praticabilidade relaciona-se ao aspecto funcional de diversos aplicativos que uma representação semântica pode desenvolver. Nesse contexto, a FrameNet Brasil busca, não só realizar a análise dos diversos fenômenos da Português Brasileiro (PB), através de dissertações e teses, como também o desenvolvimento de aplicações que viabilizem a validação dessas análises de modo mais prático por um público não especialista, como um turista, por exemplo.

Finalmente, o último requisito apontado por Helbig (2006), a capacidade de autonomia, está relacionado à independência que um sistema, como um *chatbot*, pode assumir no que concerne à interação com o usuário. Em outras palavras, nesse requisito, a representação semântica deve se interessar pelas formas de proporcionar maior autonomia aos aplicativos desenvolvidos. No caso da FrameNet Brasil, a equipe de linguistas e programadores busca aliar a fundamentação teórica da Semântica de Frames (FILLMORE, 1982) e das Relações Qualia (PUSTEJOVSKY, 1995) à Compreensão de Língua Natural (ALLEN, 1987). Essa relação entre áreas visa ao desenvolvimento de diversas pesquisas e aplicações, como apontado anteriormente.

Nesse contexto, em síntese, a FrameNet Brasil tem como objetivo aliar a investigação de estruturas do Português Brasileiro, através da identificação e análise das construções, assim como as particularidades dos aspectos da tradução. Além disso, procura desenvolver ferramentas computacionais como o m.knob (MultilingualKnowledge Base), a partir da fundamentação teórica da Semântica de Frames (FILLMORE, 1982) e das Relações Qualia (PUSTEJOVSKY, 1995), além da coparticipação de áreas como Inteligência Artificial.

3 METODOLOGIA

Esse capítulo tem como objetivo apresentar os aspectos metodológicos que nortearam a consecução dos objetivos propostos para esta dissertação. Assim, na seção 3.1, é apontado o levantamento dos frames de interesse turístico secundário, assim como o estudo piloto que lhe deu origem. Na seção 3.2 é apresentada a metodologia de enriquecimento da modelagem de frames com relações qualia ternárias. Por fim, na seção 3.3, apresenta-se o desenho do teste de desempenho do sistema de recomendação do m.knob.

3.1 Levantamento dos frames de interesse turístico secundário

O foco principal de aplicação desta dissertação está na recomendação automática de atrações turísticas, a partir da interação entre um usuário e o *chatbot*. Nesse contexto, para que as recomendações convirjam com o interesse do turista, que busca orientações para a sua viagem, a FrameNet Brasil utiliza a noção de domínios específicos, os quais orientam o tópico conversacional entre o *chatbot* e o usuário. Dessa forma, os domínios podem ser sobre variados temas, tais como moda, esportes, culinária, entre outros. Atualmente, a FrameNet Brasil, a partir do desenvolvimento do m.knob (MultilingualKnowledge Base), trabalha com dois domínios: o do Esportes e do Turismo (COSTA et al., 2018).

Em relação ao domínio do Turismo, foco deste trabalho, a análise dos frames relacionados ao Turismo foi iniciada a partir do desenvolvimento do COPA 2014, um dicionário eletrônico trilingue (GAMONAL, 2013). Essa análise é justificada, uma vez que o COPA 2014 surgiu em um momento importante para o mundo dos esportes e, por consequência, do turismo, dado que, em 2014, foi realizada a Copa do Mundo no Brasil e, portanto, isso atraiu turistas do mundo inteiro para o país. Desse modo, a criação de um dicionário eletrônico trilingue que contemplasse os domínios do Esporte e do Turismo foi necessária. A partir dessa necessidade e do desenvolvimento do COPA 2014, a FrameNet Brasil deu início ao aperfeiçoamento de suas análises, desenvolvendo o aplicativo m.knob, principalmente no que tange à função de *chatbot*.

Nessa perspectiva, para que houvesse o desenvolvimento do *chatbot*, foi necessário realizar um levantamento dos frames relacionados ao domínio do Turismo. Dessa forma, esses frames relacionados diretamente ao domínio do Turismo são

denominados, neste trabalho, como frames de interesse primário, isto é, relacionam-se exclusivamente à experiência turística e não estão presentes em outros domínios. Por exemplo, o frame *Acomodação* (apresentado na Figura 19) representa um interesse primário, já que está estritamente relacionado à experiência turística. Tais frames advêm dos trabalhos de mestrado de Gamonal (2013), Gomes (2014) e Souza (2014) e compõem um total de 37 frames.

Por outro lado, os frames de interesse secundário, conforme denominados nesta dissertação, não são necessariamente exclusivos da experiência turística, ou seja, podem estar relacionados a quaisquer domínios e não estão restritos ao domínio do turismo. Um exemplo desse tipo de frame é o de *Pessoas_por_religião* (Figura 24), que não se refere necessariamente ao turismo, mas pode estar presente nesse domínio.

Pessoas_por_religião

| Definição | |
|---|---|
| Este frame contém palavras para indivíduos, ou seja, humanos, com relação à sua Religião . A Religião é geralmente incorporada, mas com algumas unidades lexicais é especificada separadamente. | |
| Exemplo(s) | |
| Elementos de Frame Nucleares | |
| FE Core: | |
| Pessoa [Person] semantic_type: @human | A Pessoa é o ser humano. |
| Religião [Religion] | O sistema de crença religiosa que a Pessoa segue. |
| Elementos de Frame Não-Nucleares | |
| Característica_persistente [Persistent_characteristic] | A Característica_persistente é uma característica fisiológica ou traço de personalidade da Pessoa que é concebida como persistente ao longo do tempo. |
| Descritor [Descriptor] | O Descritor é uma condição temporária da Pessoa . |
| Etnia [Ethnicity] | A Etnia é o grupo racial, nacional, sócio-econômico ou cultural ao qual pertence a Pessoa . |
| Idade [Age] | A Idade é o tempo que a Pessoa tem estado viva. |
| Origem [Origin] | A Origem é o lugar onde a Pessoa nasceu ou viveu uma parte importante de sua vida. |



Figura 24: Frame de `Pessoas_por_religião`

Nesse contexto, os frames de interesse secundário, embora não diretamente presentes em uma modelagem do domínio do turismo, são fundamentais para o aprimoramento do *chatbot*, uma vez que, por pertencerem a diferentes domínios e, por conseguinte, a eventos diversos, apresentam especificidades intrínsecas a esses diferentes eventos, inclusive os turísticos. Por exemplo, o frame `Pessoas_por_religião` pertence, inicialmente, somente ao ambiente religioso, no entanto, se, em uma interação com o assistente de viagens, o usuário digita a seguinte afirmação “Gostaria de visitar um templo budista”, a unidade lexical *budista* evocará o frame `Pessoas_por_religião` e, aliado a isso, pode auxiliar o *chatbot* a especificar as recomendações, indicando templos budistas, por exemplo, ao invés de igrejas cristãs. Dessa forma, a identificação e a análise desses frames de interesse secundário auxiliam o processo de recomendação do *chatbot*, uma vez que contribuem para o maior nível de especificidade nas recomendações e, por conseguinte, maior nível de precisão nas indicações.

Tendo essas diferenciações entre os frames de interesse primário e de interesse secundário em vista, o levantamento desses frames foi realizado a partir de um estudo piloto. Para o estudo piloto, foi extraído um corpus da Google Places API, uma ferramenta que permite a extração de comentários de usuários acerca de locais registrados na base de dados do Google Maps. A título de exemplo, dois comentários, sobre o Teatro Municipal do Rio de Janeiro, podem ser conferidos no Quadro 3.

Comentário 1: A casa cultural mais importante e tradicional do Rio de de Janeiro.

Comentário 2: Podia existir um aplicativo que alertasse sobre os eventos com valores e compra de ingressos on line.

Quadro 3: Exemplo de comentários do Google Places

A extração desses comentários foi realizada a fim de mapear os frames presentes nesse gênero textual, além disso, não só considerando o gênero, mas mapear os frames presentes devido ao contexto turístico em que esses comentários estão inseridos, isto é, a partir desse mapeamento, foi possível observar que frames são evocados nesses comentários. Nesse contexto, esse corpus conta com 3.495 comentários sobre 939 locais em São Francisco (EUA) e, a partir desses comentários, foram extraídos os 350 frames mais frequentemente evocados, que poderiam ser relacionados ao domínio do turismo ou não. Esse corpus foi escolhido por se constituir de comentários, gênero textual alvo para o sistema de recomendação do Greg Bot, e por tais comentários estarem escritos em língua inglesa, aquela para a qual existe uma FrameNet com a maior cobertura lexical atualmente.

Desses 350 frames mais frequentemente evocados, foram selecionados os 80 frames os quais potencialmente apresentam alguma relação com o domínio do turismo, seja direta – interesses primários – seja indireta – interesses secundários do turista.

| | |
|----------------------------|-----------------------------|
| 1. Accident | 2. Activity |
| 3. Activity_finish | 4. Adjacency |
| 5. Ambient_temperature | 6. Arriving |
| 7. Attention | 8. Being_located |
| 9. Boundery | 10. Capability |
| 11. Cardinal_numbers | 12. Change_of_temperature |
| 13. Cogitation | 14. Commerce_buy |
| 15. Commerce_scenario | 16. Comunication |
| 17. Connecting_archtecture | 18. Create_physical_artwork |
| 19. Departing | 20. Disembarking |
| 21. Drop_in_on | 22. Emmergencies |
| 23. Emotion_directed | 24. Entertainment |
| 25. Fear | 26. Feeling |
| 27. Give_impression | 28. Guest_and_host |
| 29. Have_as_requirement | 30. Historic_event |
| 31. History | 32. History_scenario |
| 33. Hospitality | 34. Indigenous_origin |
| 35. Individual_history | 36. Intentional_traversing |
| 37. Labeling | 38. Leadership |
| 39. Legality | 40. Locale_by_collocation |
| 41. Location_by_ownership | 42. Location_on_path |
| 43. Locative_scenario | 44. Lodging_scenario |
| 45. Means | 46. Mental_stim_exp_focus |
| 47. Mental_stim_stim_focus | 48. Natural_disaster |
| 49. Needing | 50. Oportunity |
| 51. Part_whole | 52. Perception |
| 53. Performers_and_roles | 54. Personal_relationship |

| | |
|----------------------------|---------------------------|
| 55. Physical_entity | 56. Possession |
| 57. Possibility | 58. Preference |
| 59. Purpose | 60. Reason |
| 61. Rel_political_locales | 62. Religious_belief |
| 63. Residence | 64. Ride_vehicle |
| 65. Self_motion | 66. Shaped_part |
| 67. State | 68. State_of_entity |
| 69. Subjective_temperature | 70. Sufficiency |
| 71. Tasting | 72. Temperature |
| 73. Timespan | 74. Visiting |
| 75. Visiting_scenario | 76. Visiting_scen_arrival |
| 77. Visiting_scenario_stay | 78. Visitor_and_host |
| 79. Visitor_arrival | 80. Visitor_scenario |

Quadro 4: Frames mais frequentes no estudo piloto com alguma relação com o domínio turístico

A partir desses 80 frames, foi possível orientar o estudo dessa dissertação, isto é, através desse estudo piloto e, por conseguinte, desse mapeamento, foi possível observar os frames mais presentes nesses comentários e acrescentá-los, caso não estivessem presentes e fossem pertinentes, na base de dados do m.knob (Multilingual Knowledge Base).

Em um segundo momento, através da ferramenta Frame Grapher, plotou-se a rede do domínio expandido do turismo e, pela inspeção visual da rede, verificou-se se haveria frames que não foram identificados no experimento piloto, mas que comporiam a rede de frames. Esse processo aumentou significativamente a base de frames do m.knob, como se mostrará no capítulo 4.

Definida a rede de frames, foi iniciada a extração da base de comentários a ser empregada no aplicativo. Na versão de lançamento, o m.knob cobria duas cidades brasileiras: Rio de Janeiro (RJ) e Juiz de Fora (MG). Essas cidades foram escolhidas devido à importância turística (Rio de Janeiro) e à localização do Laboratório FrameNet Brasil (Juiz de Fora).

Esses comentários apresentavam as opiniões dos turistas quanto aos diversos tipos de atração presentes em uma cidade como hotéis, restaurantes, museus, parques, entre outros. Desse modo, foram computados ao todo 84.612 comentários, sendo que 75.144 eram sobre o Rio de Janeiro (RJ), enquanto os restantes, 9.468, estavam relacionados à Juiz de Fora (MG). Dentre esses comentários, foi realizada uma análise, com o fito de compreender, com maior detalhamento, o tipo de comentário produzido e identificar o foco do turista quanto às avaliações, isto é, se o turista, ao fazer o comentário, focava mais em um tipo de

estabelecimento (restaurantes, por exemplo). Dessa forma, o Gráfico 1 apresenta a composição dos comentários sobre o Rio de Janeiro (RJ).

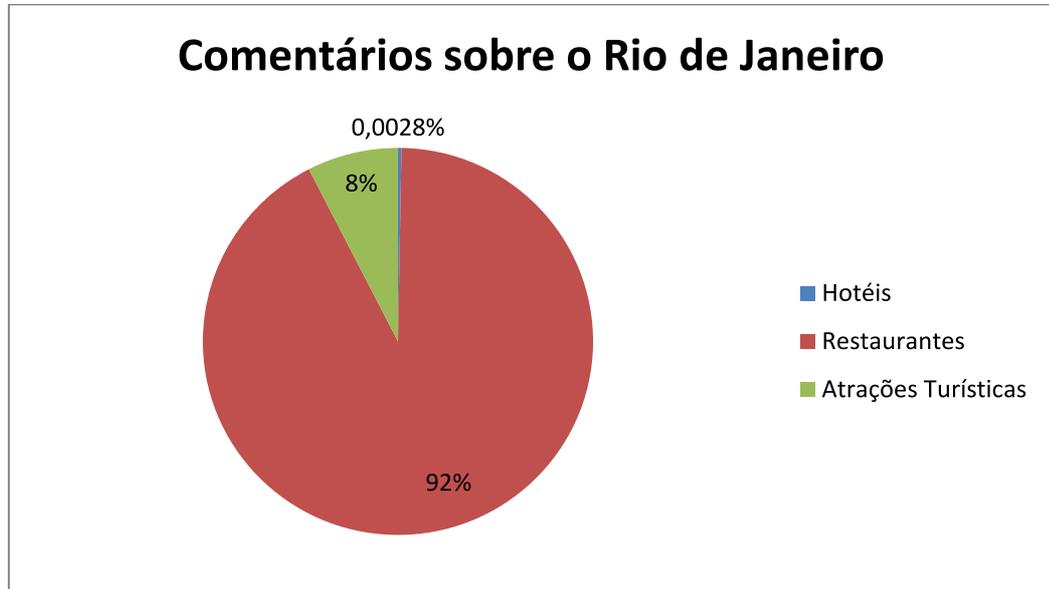


Gráfico 1: Comentários sobre o Rio de Janeiro (Google Places)

A partir do Gráfico 1, é possível observar que, majoritariamente, os comentários estão relacionados a restaurantes, representando 10.551, enquanto que os comentários sobre atrações turísticas somaram 864 e, finalmente, apenas 33 comentários fizeram menção aos hotéis. Diferentemente dos comentários sobre o Rio de Janeiro, os comentários de Juiz de Fora apresentam a seguinte composição, demonstrada no Gráfico 2.

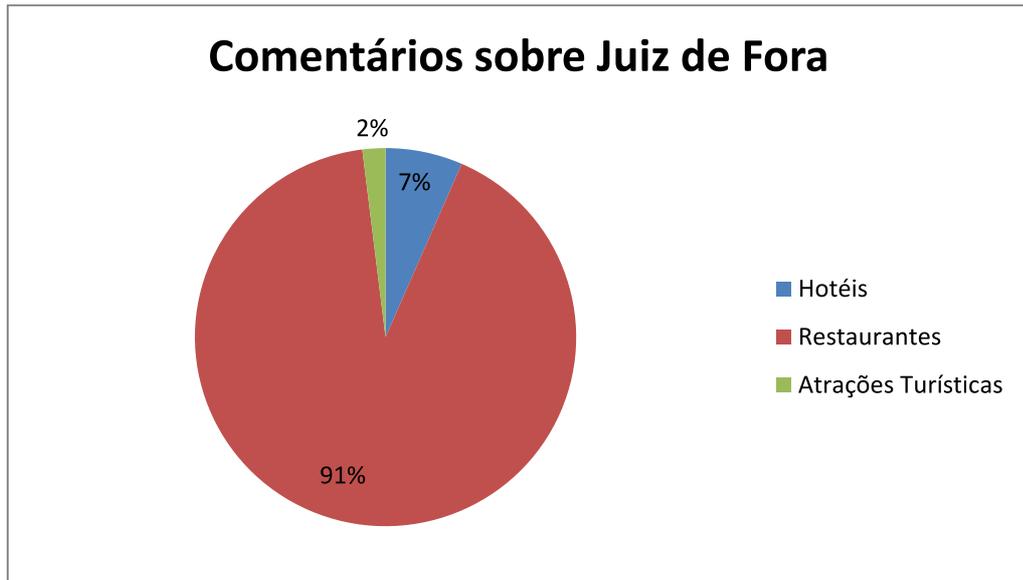


Gráfico 2: Comentários sobre Juiz de Fora (Google Places)

De modo análogo, os comentários sobre Juiz de Fora apresentam, em sua maioria, menção a restaurantes, contando com 1.174 comentários. Por outro lado, o corpus apresenta 84 comentários sobre hotéis e 25 sobre atrações turísticas. Os dados apresentam, claramente, o foco dos turistas quanto à realização da avaliação no Google Places, isto é, os restaurantes. Além disso, os comentários sobre Juiz de Fora apresentam menor menção às atrações turísticas, posto que a cidade não é tradicionalmente turística, como é o caso do Rio de Janeiro.

Após o reconhecimento da composição dos comentários, foi necessário compilá-los e analisar os frames presentes. Dessa forma, para a extração desses comentários e, por conseguinte, para a compilação do corpus, foi utilizada a ferramenta Sketch Engine. O Sketch Engine (KILGARRIFF et al., 2004) é uma ferramenta de consulta e de compilação de corpus que conta com mecanismos de busca tais como Word Sketch, Concordance, Wordlist, N-grams, entre outros. Com o objetivo de manter o foco da metodologia desenvolvida neste trabalho, serão apresentados apenas os recursos que foram fundamentais para o desenvolvimento da pesquisa com os frames de interesse primário e secundário. Desse modo, serão apresentados Word Sketch, Word List e N-grams.

O Word Sketch está relacionado à busca no corpus através das *collocations* e as combinações entre as palavras, isto é, a partir dessa ferramenta, é observado como determinada palavra está inserida no corpus e quais são as possíveis

combinações com ela. Por exemplo, na Figura 25, é apresentada a busca pelo adjetivo *lindo.a* a partir da ferramenta Word Sketch.

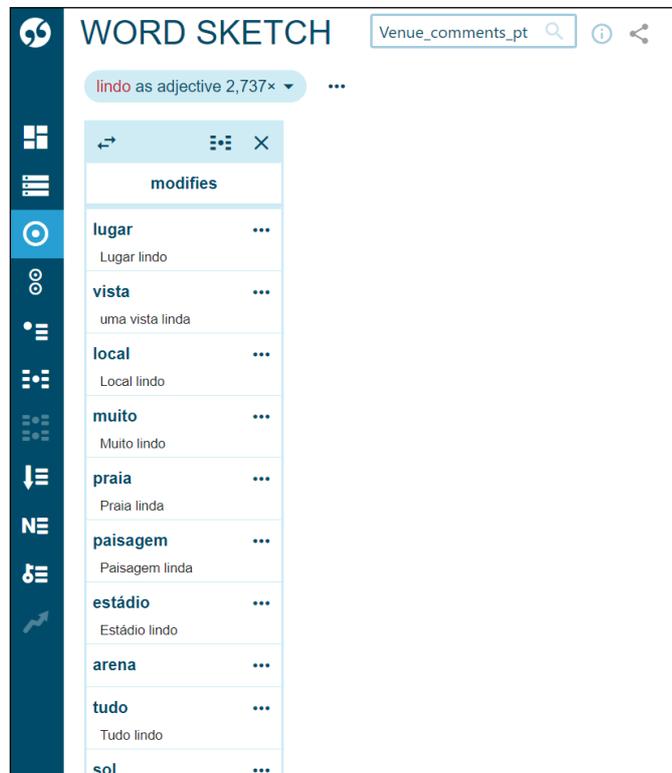


Figura 25: Busca pelo adjetivo *lindo.a* no Word Sketch

Como apresentado na Figura 25, o adjetivo *lindo.a* apresenta 2737 ocorrências no corpus de comentários compilado para esta pesquisa, entre as quais as combinações “lugar lindo”, “vista linda”, “local lindo” e “muito lindo” são as mais frequentes no corpus. Desse modo, a partir do Word Sketch, é possível observar o número de ocorrências de determinada palavra e as suas diversas combinações. Em relação à busca pelos frames de interesse primário e secundário, o Word Sketch auxiliou no que tange à validação da relevância das unidades lexicais (ULs) no corpus, ou seja, a partir desse recurso, foi possível observar, em casos de dúvida, se uma dada UL que evoca um frame secundário de fato contribui para a caracterização de um dado objeto de recomendação turístico.

Outra ferramenta do Sketch Engine amplamente utilizada nesta pesquisa é a Word List, que quantifica a ocorrência das palavras no corpus. Através dela, por exemplo, é possível averiguar quantos substantivos, adjetivos, advérbios, entre

outros elementos, compõem o corpus. A Figura 26 apresenta um exemplo de busca na ferramenta Word List.

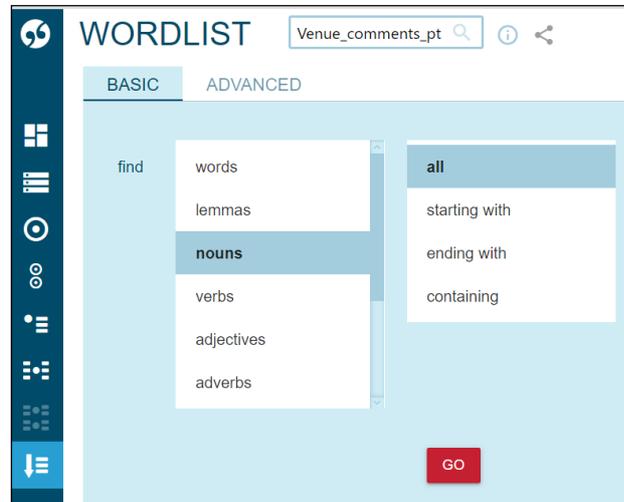


Figura 26: Word List do Sketch Engine

A partir da Word List, foi possível identificar as palavras mais frequentemente utilizadas no corpus dos comentários sobre o Rio de Janeiro e Juiz de Fora. Essa análise teve como objetivo avaliar que palavras eram mais comuns nesses comentários, tanto no aspecto de caracterização e avaliação (adjetivos), quanto no que era focalizado pelo turista (substantivo). Nesse contexto, a Tabela 1 apresenta, a título de exemplo, a listagem dos 14 substantivos mais comuns nos comentários sobre as cidades do Rio de Janeiro e Juiz de Fora, respectivamente.

A partir da Tabela 1, é possível perceber os substantivos que norteiam os comentários dos usuários do Google Places e que, no contexto desses textos, são mais comuns e, portanto, com um número maior de ocorrências. Nos comentários tanto do Rio de Janeiro, quanto de Juiz de Fora, substantivos como “lugar”, “atendimento”, “preço” são compreendidos como muito relevantes para o contexto do turista, dado o número de ocorrências deles no corpus. No entanto, substantivos frequentes como “cerveja”, “cidade”, “variedade” e “café” estão presentes nos comentários sobre Juiz de Fora e não nos do Rio de Janeiro, mostrando que o foco do turista, representado pelo uso de substantivos mais frequentes, está atrelado ao tipo de cidade. Dessa forma, embora as palavras sejam praticamente as mesmas, algumas palavras possuem um número diferente de ocorrências e, portanto, indicam que, dependendo da cidade, outros substantivos podem aparecer mais.

| Comentários do Google Places sobre o Rio de Janeiro | Comentários do Google Places sobre Juiz de Fora |
|--|--|
| 1. Lugar (378 ocorrências) | 1. Atendimento (115 ocorrências) |
| 2. Atendimento (371 ocorrências) | 2. Lugar (111 ocorrências) |
| 3. Preço (326 ocorrências) | 3. Preço (110 ocorrências) |
| 4. Local (321 ocorrências) | 4. Opção (84 ocorrências) |
| 5. Rio (310 ocorrências) | 5. Local (80 ocorrências) |
| 6. Dia (307 ocorrências) | 6. Dia (67 ocorrências) |
| 7. Opção (302 ocorrências) | 7. Vale (66 ocorrências) |
| 8. Vale (294 ocorrências) | 8. Cidade (57 ocorrências) |
| 9. Pessoa (292 ocorrências) | 9. Cerveja (57 ocorrências) |
| 10. Ambiente (283 ocorrências) | 10. Qualidade (56 ocorrências) |
| 11. Pena (267 ocorrências) | 11. Pena (50 ocorrências) |
| 12. Falta (227 ocorrências) | 12. Variedade (48 ocorrências) |
| 13. Qualidade (218 ocorrências) | 13. Funcionário (46 ocorrências) |
| 14. Funcionário (212 ocorrências) | 14. Café (44 ocorrências) |

Tabela 1: Lista de substantivos mais frequentes nos comentários do Google Places por cidade

Além dos substantivos, foi importante observar quais adjetivos apresentavam o número de ocorrências maior, posto que são classes gramaticais que indicam o processo de avaliação do turista, auxiliando ainda mais a investigação dos frames que norteiam esses comentários do Google Places. Desse modo, a Tabela 2 apresenta a listagem dos 7 adjetivos mais comuns, considerando as duas cidades.

| Comentários do Google Places sobre o Rio de Janeiro | Comentários do Google Places sobre Juiz de Fora |
|--|--|
| Muito (491 ocorrências) | Muito (152 ocorrências) |
| Melhor (363 ocorrências) | Melhor (107 ocorrências) |
| Bom (338 ocorrências) | Bom (92 ocorrências) |
| Excelente (320 ocorrências) | Excelente (92 ocorrências) |
| Super (294 ocorrências) | Super (69 ocorrências) |
| Ótima (275 ocorrências) | Ótima (63 ocorrências) |
| Grande (226 ocorrências) | Ótimo (53 ocorrências) |

Tabela 2: Lista de adjetivos no Word List

Embora sejam listas com os mesmos adjetivos nas duas cidades, elas são fundamentais para a compreensão de que características se sobressaem quando um turista visita uma cidade, considerando Juiz de Fora e Rio de Janeiro, uma vez que esses adjetivos poderiam ser diferentes para outras cidades. Nessa perspectiva,

os adjetivos trazem informações importantes como a avaliação do turista e podem ser computados na base de dados. Dessa forma, tanto os substantivos quanto os adjetivos contribuem para processar quais frames são mais comuns a esse domínio do turismo e para adicionar novas unidades lexicais à base de dados.

Outra ferramenta importante para a busca pelos frames evocados pelas ULs presentes nos comentários foi a extração de n-grams. Como apontado na seção 1.1 deste trabalho, os n-grams são combinações de tamanho variável que ocorrem frequentemente em um corpus. Seu uso foi necessário para informar o sistema sobre a existência de conjuntos de duas a cinco palavras que deveriam ser tratados conjuntamente quando do pré-processamento dos comentários para posterior extração de seu potencial semântico. A Figura 27 apresenta um exemplo de busca, utilizando a ferramenta de extração de n-grams. Nela, observam-se as várias combinações de bigrams (“é onde”) até tetragrams (“ótimo lugar pra levar”). Considerando esses resultados, foi realizada uma seleção desses n-grams de modo a manter apenas a estrutura sintagmática, isto é, combinações como “virou um” e “valor é”, foram descartadas, uma vez que o objetivo seria manter aquelas combinações que apresentassem, sem prejuízos, sintagmas completos como “ótimo centro”, “ótimas cervejas” e “vários animais”, por exemplo. A partir dessa seleção prévia, considerando a estrutura sintagmática, foram analisadas as unidades lexicais presentes e, com base nessas tarefas, foram identificados os frames evocados por essas ULs.

The screenshot shows the N-GRAMS tool interface for the file 'Venue_comments_pt'. It displays a list of 2-5 grams (n-grams) with their respective counts. The interface is organized into three columns, each with a 'Word' and a 'Count' column. The counts for all listed n-grams are 14. The interface includes a search bar, a 'word (lowercase)' filter, and various navigation icons. A 'Back to the original interface' button is visible at the bottom right.

| Word | Count | Word | Count | Word | Count |
|----------------------------------|-------|--------------------------|-------|----------------------------|-------|
| 9.951 ótimo lugar ótimo | 14 | 9.968 é que a | 14 | 9.985 virou um | 14 |
| 9.952 ótimo lugar pra se | 14 | 9.969 é onde | 14 | 9.986 verde no | 14 |
| 9.953 ótimo lugar pra levar | 14 | 9.970 é o meu | 14 | 9.987 ver se | 14 |
| 9.954 ótimo lugar muito | 14 | 9.971 é o estacionamento | 14 | 9.988 vc vai | 14 |
| 9.955 ótimo centro | 14 | 9.972 é mal | 14 | 9.989 variedade de comidas | 14 |
| 9.956 ótimas salas de | 14 | 9.973 é belissimo | 14 | 9.990 varias vezes | 14 |
| 9.957 ótimas cervejas | 14 | 9.974 área com | 14 | 9.991 variados e | 14 |
| 9.958 ótima pedida para | 14 | 9.975 água do | 14 | 9.992 valor é | 14 |
| 9.959 ótima comida e atendimento | 14 | 9.976 vários animais | 14 | 9.993 vale pela | 14 |

Figura 27: Ferramenta n-grams do Sketch Engine

Portanto, como metodologia, a inserção de novas unidades lexicais, presentes no domínio do turismo e, por conseguinte, a análise dos frames de interesse primário e interesse secundário se deu a partir da ferramenta Sketch Engine. Além disso, vale ressaltar que esse levantamento dos frames presentes nos comentários do Google Places compõe a primeira parte desse processo de investigação, logo, a seção 3.2 descreve a segunda parte da análise realizada nesta dissertação.

3.2 Proposição de Relações entre as ULs

A FrameNet Brasil, como apresentado neste presente trabalho, propõe várias relações entre os frames (FILLMORE, 1982), e as relações qualia (PUSTEJOVSKY, 1995). Nesse contexto, a FN-Brasil desenvolve, a partir das relações qualia, o conceito de relações ternárias, o qual será apresentado de modo mais aprofundado na seção 4.2. Entretanto, para compreender esta seção, cujo objetivo é apresentar a proposição de relações entre as unidades lexicais presentes nesses frames de interesse secundário, é fundamental compreender, adiantando de certo modo o conteúdo da seção 4.2, o conceito de relações ternárias, a partir da estrutura qualia (PUSTEJOVSKY, 2016).

A proposta inicial de inclusão de relações qualia na FrameNet Brasil é de Matos (2014), a partir da Ontologia SIMPLE, exposta no mesmo trabalho. Já as relações qualia ternárias foram um desdobramento posterior, desenvolvidas através do domínio dos esportes (COSTA & TORRENT, 2017). A partir de então, o foco, atualmente, é desenvolver essas mesmas relações para o domínio do turismo. Dessa forma, a partir da estrutura qualia – formal, constitutivo, agentivo e télico –, pensadas originalmente por Pustejovsky, em 1995, na FN-Br, são propostas essas mesmas relações, embora elas sejam relacionadas aos frames, a partir de relações ternárias.

A modelagem de relações qualia na FrameNet Brasil é feita através da WebTool. Nessa ferramenta, é possível ter acesso, além dos frames, às relações qualia, as quais são modeladas a fim de se proporcionar maior granularidade à representação semântica.

Documentos

Definição

As palavras no frame referem-se a qualquer **Documento** que tenha um status legal. Algum **Documento** autoriza o portador do **Documento** a executar um **Direito**. Outros indicam a **Obrigaçã**o do **Portador**. Outros ainda mostram a identidade ou **Status** do **Portador**.

Exemplo(s)

Elementos de Frame Nucleares

FE Core:

Direito [Right]
excludes: Obrigação É o direito do portador do **Documento** que é autorizado pelo **Documento**.

Documento [Document] É um pedaço de papel que possui um status legal.

Emissor [Issuer] A autoridade que emitiu o documento.

Obrigação [Obligation] É a obrigação que é imposta ao **Portador** do **Documento**.

Portador [Bearer] O titular do documento.

Status [Status]
excludes: Obrigação É o estado do **Portador** do **Documento** indicado pelo **Documento**.

Unidades Lexicais

identificação.n, intimação.n, lei.n, licença.n, nota.n, opinião.n, ordem.n, papéis.n, passaporte.n, permis

Figura 28: Frame de Documentos

Na Figura 28, o frame `Documentos` apresenta diversas unidades lexicais como *identificação.n*, *licença.n*, *ordem.n*, *passaporte.n*, entre outros. Para cada uma

dessas unidades lexicais, podem ser estabelecidos quatro grupos de relações qualia (formal, agentiva, constitutiva, tética), embora isso dependa do frame e da UL, posto que não será sempre possível uma UL apresentar todas as relações qualia. Nesse contexto, diferentemente dos fundamentos da Semântica de Frames, os quais apresentam que a evocação de frames ocorre a partir das unidades lexicais presentes em uma sentença, na relação ternária é a estrutura qualia que recruta um determinado frame. Desse modo, uma relação qualia indica o frame que serve de mediador dessa relação e quais Elementos de Frame (EFs) participarão dessa relação. A partir desse frame a ser recrutado, as relações ternárias ocorrem entre duas unidades lexicais, isto é, a relação qualia é ternária, pois ela é a intercessão entre a UL1 e a UL2, mediada pelos EFs de um frame, como apresentado na Figura 29.

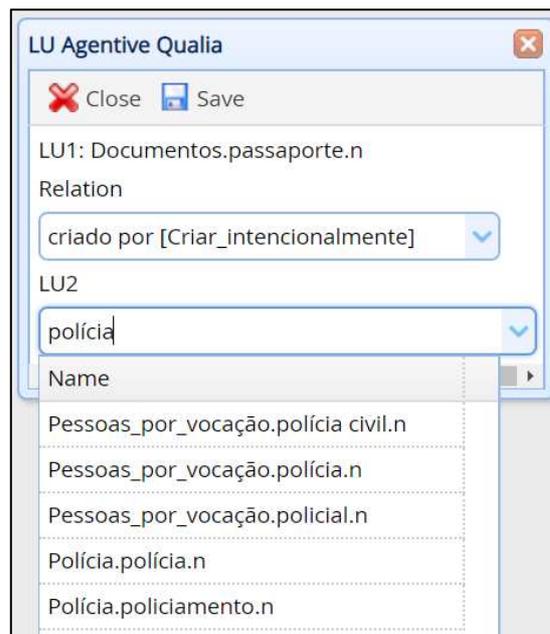


Figura 29: Relações ternárias na UL *passaporte.n*

Na Figura 29, a modelagem ocorre a partir da relação qualia agentiva indicada, a qual se desdobra na relação “criado por”, apresentada na barra “Relation”. Essa relação está associada ao frame *Criar_intencionalmente*, isto é, a UL *passaporte.n*, por ser um documento, é enquadrada pelo EF Entidade_criada e só pode ter como origem – relação intrínseca ao qualia agentivo– uma UL enquadrada pelo EF Criador, nesse caso, *polícia.n*. O foco, na Figura 29,

está na relação entre a UL1 *passaporte.n* e a UL2 *polícia.n*, do frame *Polícia*. Nessa perspectiva, ao iniciar a modelagem da relação ternária entre a UL1 e a UL2, ao digitar a UL2, como apresentado na Figura 29, *polícia.n*, aparecem opções que podem pertencer a frames diferentes, tais como *Pessoas_por_vocação* e *Polícia*. Nesse contexto, é importante compreender, através da análise dos frames relacionados, qual frame está diretamente correferido pela UL1, nesse caso, *passaporte.n*. Considerando a UL1 *passaporte.n*, apenas o frame *Polícia* poderia fornecer a UL2 nesse caso, dado que quem emite o passaporte é a instituição Polícia Federal e não um indivíduo.

Como afirmado anteriormente, uma mesma unidade lexical pode apresentar diferentes relações ternárias, como é exemplificado pela Figura 30.



Figura30: Relações qualia na UL *passaporte.n*

Na Figura30, a UL *passaporte.n* é apresentada com as relações ternárias estabelecidas entre ela e outras ULs pertencentes ao mesmo frame de *Documentos*– como a UL *documento.n*– ou pertencentes a outros frames, como as ULs *turista.n*, *polícia.n*, *viajar.v*, entre outros. A UL *passaporte.n* exerce o papel de UL1 e as outras ULs apresentadas na Figura 30 exercem o papel de UL2. As relações qualia –tético, formal, agente e constitutivo – são denominadas pela modelagem através dos prefixos “tlc”, “fml”, “agt” e “cst”, respectivamente. Nessa perspectiva, a UL *passaporte.n* mantém as relações ternárias apresentadas na Tabela 3.

| Qualia | Frame | EF 1 | UL 1 | EF 2 | UL 2 |
|--------------|------------------------|-----------------|--------------|-----------|--------------|
| Agentivo | Criar_intencionalmente | Entidade_criada | passaporte.n | Criador | polícia.n |
| Formal | Tipo | Subtipo | passaporte.n | Categoria | documento.n |
| Constitutivo | Ingredientes | Produto | passaporte.n | Material | papel.n |
| Télico | Usar_recurso | Recurso | passaporte.n | Agente | turista.n |
| | Usar_recurso | Recurso | passaporte.n | Agente | passageiro.n |
| | Usar_recurso | Recurso | passaporte.n | Agente | viajante.n |
| | Usar | Instrumento | passaporte.n | Propósito | viajar.v |

Tabela 3: Representação das relações ternárias de *passaporte.n*

Essa modelagem detalhada tem como objetivo principal apresentar todas as possibilidades de informação sobre uma determinada UL, a fim de torná-la específica, colaborando, desse modo, para uma melhor interação entre o *chatbot* e o usuário. Note-se que, sem essas relações, todas as ULs do frame de *Documentos* teriam a mesma representação semântica ao nível do frame.

Além dessas relações, há diversas outras e o desenvolvimento e a incorporação dessas relações ternárias na base de dados da FrameNet Brasil serão relatados na seção 4.2.

3.3 Teste de desempenho do Sistema de Recomendação do aplicativo *m.knob*

Para a realização do teste de desempenho, primeiramente, foi estabelecido um conjunto de sentenças que simularia interações de um usuário padrão com o *chatbot*. Nesse processo, foram considerados os seguintes fatores: (a) o tipo de sentenças relacionadas ao contexto turístico; (b) a natureza das atrações turísticas e (c) os predicadores mais frequentemente atrelados à experiência turística. Dessa forma, foram estabelecidos modelos de sentenças, os quais são mais comuns em um processo de interação entre o turista e o usuário. O Quadro 5 apresenta os modelos de sentenças que poderiam supostamente ser utilizados pelos usuários. Essas estruturas de *input* do usuário foram elaboradas considerando que o *chatbot* trata-se de uma CUI (*Conversational User Interface*), isto é, é uma interface onde se espera que o usuário informe o que deseja fazer através de um texto em língua natural (MARÇÃO, 2018). Concernente a isso, as sentenças seriam iniciadas pelo

verbo “querer”, seguido de diferentes composições de elementos como verbo no infinitivo (VInf), sintagma preposicionado (SPrep) e objetos direto e indireto (ObjD/Ind). Nesse contexto, os exemplos (25), (26), (27) e (28) representam estruturas padrão de *input* que poderiam ser utilizadas pelo turista.

(25) Quero passear.

(26) Quero passear com meus pais idosos.

(27) Quero comer comida japonesa.

(28) Quero comer comida japonesa com meus pais idosos.

1. Quero + VInf.
2. Quero + VInf + SPrep.
3. Quero + VInf + ObjD/Ind
4. Quero + VInf + Obj + Sprep

Quadro 5: Estruturas de *input* do usuário

A segunda estrutura “Quero + VInf + SPrep” pode-se dividir em diferentes tipos de sintagmas, principalmente considerando o SPrep, dado que os sintagmas preposicionados podem, conforme Castilho (2010), exercer a função de adjuntos adverbiais, os quais podem ter variadas classificações, tais como: locativo, companhia, temporal, entre outros. Considerando essas diferentes classificações, a estrutura padrão “Quero + VInf + SPrep” pode ser representada por diferentes exemplos, tais como os apresentados em (29), (30), (31) e (32), que expõem, respectivamente, os sintagmas preposicionados com função de tempo, lugar, finalidade e companhia. Além disso, os verbos utilizados nos exemplos, tais como “passear”, “comer”, “sair” e “jantar” estão relacionados não somente a atividades cotidianas, como também àquelas que fazem parte do contexto turístico.

(29) Quero passear à noite.

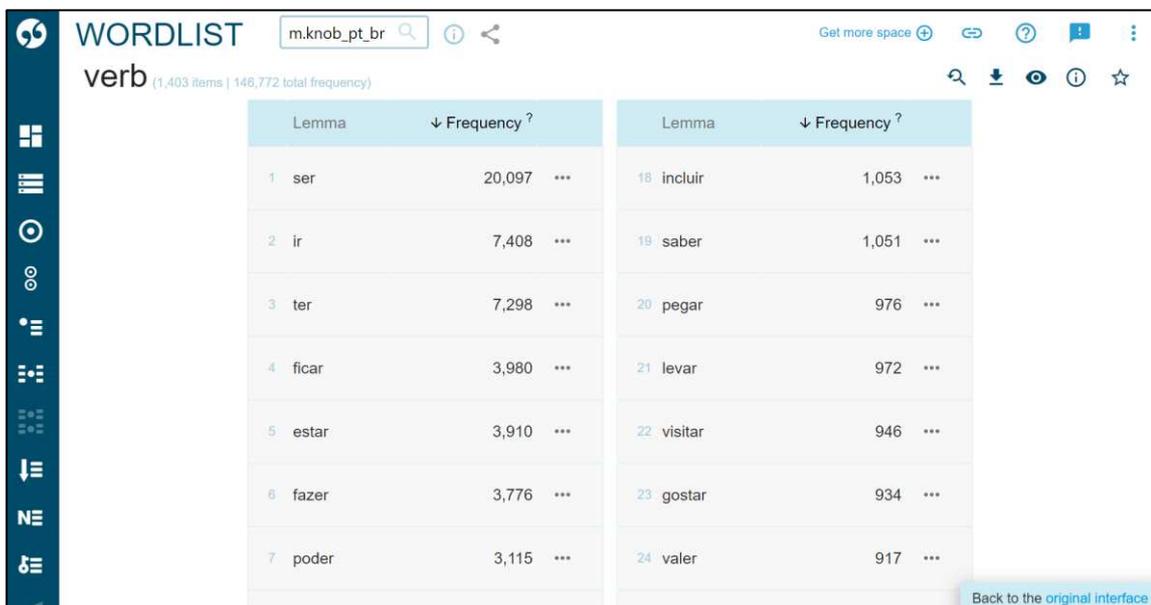
(30) Quero jantar na orla de Copacabana.

(31) Quero sair para me divertir.

(32) Quero jantar com meu marido.

Nesse contexto, além de elaborar as possíveis estruturas padrão que poderiam ser utilizadas por um turista em uma interação com o *chatbot*, foram considerados os verbos que poderiam fazer parte dessa interação. Para tal elaboração, os verbos deveriam ser considerados em dois aspectos: o seu uso efetivo em corpus e os tipos de atração turística. Em outras palavras, para a seleção dos verbos, observaram-se os 100 verbos mais frequentes no corpus do m.knob, através da ferramenta WordList do Sketch Engine, explicitada nesse capítulo 3.

O corpus do m.knob, utilizado para a seleção do verbos, diferentemente do corpus de comentários do Google Places, foicompilado a partir de vários Guias de Viagem, tais como Guia CVC, Guia de Cidades Brasil e Guia Brasil Lonely Planet; e de vários Blogs como o Andarilhos do Mundo, Viaje na Viagem, entre outros. Nessa perspectiva, por ser um corpus relacionado à experiência turística e por ser extenso – contém 1.088.850 palavras – foi usado para a identificação dos verbos mais frequentes, considerando o turista como o sujeito a desempenhar ações expressas por esses verbos. A Figura 31 apresenta um exemplo da pesquisa com esses verbos na WordList.



| Lemma | ↓ Frequency ? | Lemma | ↓ Frequency ? |
|---------|---------------|------------|---------------|
| 1 ser | 20,097 ... | 18 incluir | 1,053 ... |
| 2 ir | 7,408 ... | 19 saber | 1,051 ... |
| 3 ter | 7,298 ... | 20 pegar | 976 ... |
| 4 ficar | 3,980 ... | 21 levar | 972 ... |
| 5 estar | 3,910 ... | 22 visitar | 946 ... |
| 6 fazer | 3,776 ... | 23 gostar | 934 ... |
| 7 poder | 3,115 ... | 24 valer | 917 ... |

Figura 31: WordList com os verbos

Após a identificação desses 100 verbos, foram selecionados 49, seguindo os seguintes critérios: o uso efetivo da interface e verbos que teriam como sujeito o turista. Além disso, também foram levadas em consideração as atrações turísticas,

isto é, dependendo da atração turística, poderiam ser utilizados verbos diferentes, como, por exemplo, a palavra “restaurante” está relacionada a verbos como “comer”, “jantar”, “almoçar”, entre outros. Esses verbos estão apresentados na Tabela 4, com a respectiva frequência no corpus.

| | | | |
|----------------|------|------------------|-----|
| 1. Ir | 7408 | 25. Andar | 460 |
| 2. Ter | 7298 | 26. Comprar | 445 |
| 3. Ficar | 3980 | 27. Falar | 439 |
| 4. Estar | 3910 | 28. Conseguir | 418 |
| 5. Fazer | 3776 | 29. Usar | 415 |
| 6. Chegar | 1930 | 30. Hospedar | 413 |
| 7. Conhecer | 1724 | 31. Entrar | 413 |
| 8. Ver | 1722 | 32. Precisar | 407 |
| 9. Passar | 1368 | 33. Tomar | 385 |
| 10. Querer | 1196 | 34. Pagar | 379 |
| 11. Partir | 1183 | 35. Recomendar | 376 |
| 12. Sair | 1107 | 36. Viajar | 372 |
| 13. Incluir | 1053 | 37. Compartilhar | 371 |
| 14. Pegar | 976 | 38. Escolher | 329 |
| 15. Levar | 972 | 39. Dormir | 328 |
| 16. Visitar | 946 | 40. Esperar | 314 |
| 17. Encontrar | 914 | 41. Alugar | 310 |
| 18. Deixar | 714 | 42. Curtir | 299 |
| 19. Voltar | 662 | 43. Acompanhar | 291 |
| 20. Vir | 658 | 44. Pedir | 286 |
| 21. Achar | 636 | 45. Preferir | 280 |
| 22. Comer | 599 | 46. Parar | 275 |
| 23. Localizar | 568 | 47. Ajudar | 269 |
| 24. Aproveitar | 527 | 48. Caminhar | 268 |
| | | 49. Lembrar | 252 |

Tabela 4: Verbos selecionados da WordList

A partir dos dados expostos na Tabela 4, os locais de interesse turístico foram um critério de escolha para os verbos, considerando os resultados concernentes ao corpus, isto é, aos locais citados no corpus, demonstrados pelo Gráfico 1 e pelo Gráfico 2, na seção 3.1, deste capítulo. Assim, foram considerados locais tais como: hotel, restaurante e atração (esta última tomando de forma genérica o tipo de atração turística). A título de exemplo, a categoria “hotel” está relacionada a verbos como “hospedar-se”, “ficar”, “dormir”, entre outros, já a categoria “atração” está atrelada a verbos como “visitar”, “passear”, “ver”, “conhecer”, “ir”, entre outros.

Embora a seleção dos verbos tenha sido fundamental para o estabelecimento do tipo de sentença a ser utilizado no *chatbot*, foi realizado um teste com os pesquisadores e bolsistas do Laboratório FrameNet Brasil com 31 sentenças formuladas, com o fito de validá-las. Foram formuladas 31 sentenças aleatoriamente, considerando possíveis interações do turista com o chatbot e os 49 verbos selecionados. Assim, esse teste teve a intenção inicial de observar se as 31 sentenças elaboradas seriam, de fato, interessantes e viáveis para um usuário turista. O Quadro 6 apresenta as 31 sentenças utilizadas no questionário.

A partir dessas 31 sentenças, o participante deveria averiguar, independentemente dos seus gostos pessoais, se sua utilização por um turista na interface do *chatbot* seria provável ou improvável. Em outras palavras, as pessoas que participaram do teste deveriam considerar as 31 sentenças em uma escala que variava entre altamente prováveis e altamente improváveis, compreendendo o contexto de um turista interagindo com o sistema de recomendação. Desse modo, foi feita uma escala de 1 a 5, sendo 1 correspondente à alta improbabilidade da sentença ser utilizada, enquanto que 5 representaria a alta probabilidade do uso desta na interação. Além da avaliação dessas sentenças, foi reservado um espaço para que o participante desse sugestões de sentenças que não tivessem sido contempladas neste teste. O resultado do teste de validação aplicado e a consequente redefinição da lista de sentenças serão explicados no capítulo 5 desta dissertação.

Em síntese, tanto as estruturas padrão de *input* do usuário como os verbos possíveis em um contexto turístico foram selecionados de modo a buscar mimetizar a naturalidade na interação com o *chatbot*, testando se, de fato, essa ferramenta computacional pode atender às necessidades do turista.

1. Quero visitar museus com meus filhos.
2. Quero comer tacacá.
3. Quero comer torresmo.
4. Quero estar em contato com a natureza.
5. Quero conhecer atrações culturais.
6. Quero passear ao ar livre.
7. Quero jantar com meu marido.
8. Quero conhecer uma boate.
9. Quero sair à noite com meus amigos.
10. Quero visitar museus com meus pais idosos.
11. Quero comer churrasco com a minha família.
12. Quero ir a shows.
13. Quero beber com meus amigos.
14. Quero comprar presentes para a minha família.
15. Quero sair ao ar livre.
16. Quero visitar parques naturais com meus filhos.
17. Quero visitar locais para levar crianças.
18. Quero me hospedar em um hotel.
19. Quero comer em um restaurante com pratos típicos.
20. Quero comer pão de queijo.
21. Quero conhecer um museu de arte.
22. Quero comer comida japonesa.
23. Quero curtir cachoeiras.
24. Quero curtir a noite com minha esposa.
25. Quero me hospedar em um hotel fazenda.
26. Quero comer feijoada.
27. Quero conhecer os bares da cidade.
28. Quero tomar um café com um amigo.
29. Quero ter um jantar romântico com minha esposa.
30. Quero comer hambúrguer com meus amigos à noite.
31. Quero comer pizza.

Quadro 6: Sentenças utilizadas no teste

Definidas as sentenças, elas foram submetidas a três modalidades do sistema de recomendação: uma sem o uso de qualquer representação semântica no processamento, uma com o uso de unidades lexicais e frames e outra com o uso de unidades lexicais, frames e qualia. Os dados oriundos desse teste são discutidos e apresentados no capítulo 5. Por ora, passemos à apresentação dos resultados da tarefa de adensamento da base de dados do m.knob desenvolvida no âmbito deste trabalho.

4 FRAMES E QUALIA PARA SUGESTÃO AUTOMÁTICA DE ATRAÇÕES TURÍSTICAS

Este capítulo tem o objetivo de apresentar a modelagem dos frames e das relações qualia na base de dados da FrameNet Brasil no que concerne ao domínio expandido do Turismo, ou seja, incluindo os frames que foram identificados como de interesse secundário.

4.1 Frames de Interesse Secundário

Conforme apontado na seção 3.1, o levantamento inicial dos frames de interesse secundário se deu a partir do corpus de comentários do Google Places sobre a cidade de São Francisco (EUA), uma vez que congrega uma grande quantidade de exemplos e, por conseguinte, uma grande quantidade de frames evocados nesses textos. Dessa forma, buscou-se, inicialmente, analisar quais frames poderiam ser adicionados aos frames de interesse primário levantados em pesquisas anteriores.

Considerando essa análise, através do estudo piloto, anteriormente citado, foram identificados 80 frames, apresentados no Quadro 4, na seção 3.1, os quais foram analisados e identificados como pertencentes ao contexto turístico expandido. Na sequência, os frames foram plotados usando a ferramenta Frame Grapher de modo a não restarem frames “solteiros”, sendo a rede resultante visualmente inspecionada e avaliada para a escolha dos frames adicionais que comporiam a estruturação do domínio m.knob. Ao todo, o domínio resultante conta com 341 frames²² que são considerados, juntamente com suas ULs, pelo Sistema de Recomendação.

Tendo em vista essa primeira análise, a qual contribuiu para expandir a base de dados do m.knob, devido à quantidade de frames evocados nos comentários de São Francisco (EUA), partiu-se para uma análise mais aprofundada, foco desta dissertação, das ULs evocadoras desses frames no corpus de comentários sobre as cidades Rio de Janeiro (RJ) e Juiz de Fora (MG). Essa identificação das ULs e

²²O número de 341 frames inclui os frames dos domínios do Turismo e dos Esporte

frames presentes nesse corpus se deu através do recurso dos n-grams – presente na ferramenta de compilação de corpus Sketch Engine, como representado na Figura 32.

| Word | ↓ Count ? | Word | ↓ Count ? | Word | ↓ Count ? |
|--------------|-----------|--------------------|-----------|----------------------|-----------|
| 1 Muito bom | 3,126 | 35 a família | 681 | 69 com os | 488 |
| 2 do Rio | 2,008 | 36 Um dos | 664 | 70 no Rio | 484 |
| 3 muito bom | 1,974 | 37 atendimento e | 651 | 71 do Brasil | 482 |
| 4 e o | 1,513 | 38 para a | 645 | 72 Bom atendimento | 480 |
| 5 com a | 1,460 | 39 e um | 630 | 73 é uma | 479 |
| 6 lugar para | 1,442 | 40 e não | 630 | 74 Ótimo atendimento | 476 |
| 7 a pena | 1,365 | 41 todos os | 623 | 75 bem localizado | 474 |
| 8 é muito | 1,288 | 42 bom atendimento | 619 | 76 É um | 464 |

Figura 32: Buscapor n-grams

Como apresentado na Figura 32, a pesquisa se deu entre bigrams e pentagrams. Na ferramenta n-gram, as palavras aparecem de modo aleatório, isto é, elas não aparecem respeitando a constituição da língua em sintagmas. Nesse contexto, n-grams como “um pouco”, “com a”, “uma das”, “que o”, entre outros, não apresentam força semântica e muito menos respeito à formação sintática e, desse modo, para fins de análise, foram excluídos.

Após essa primeira triagem, observou-se se esses n-grams selecionados estavam relacionados a algum frame, isto é, se seriam unidades lexicais presentes em algum frame. Uma unidade lexical comum nesse corpus, “café da manhã”, foi um dos exemplos de análise de frames. Para tal, através da WebTool 3.0, observou-se quais seriam frames que essa unidade lexical poderia evocar, como apresentado na Figura 33.

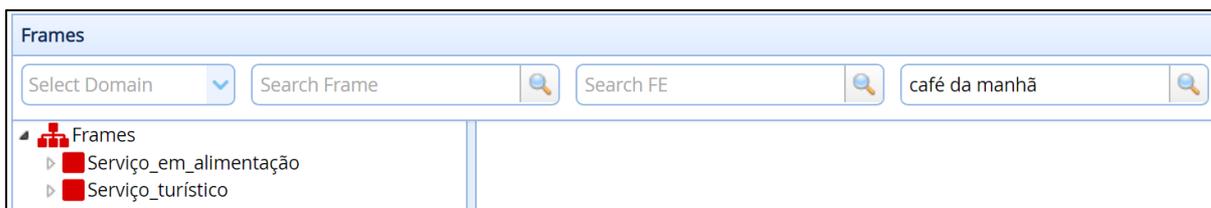


Figura 33: Busca por frames evocados por *café da manhã.n*

Embora seja utilizada a WebTool 3.0, ferramenta da FrameNet Brasil, também foi utilizada a base de dados da FrameNet Berkeley, além disso, observou-se que frames poderiam estar relacionados às unidades lexicais, posto que muitas delas não faziam parte da base de dados da FrameNet Brasil. Em outras palavras, algumas unidades lexicais, como *café da manhã.n*, no momento de análise, não compunham a base de dados da FrameNet Brasil, desse modo, foi investigado o contexto em que essa unidade lexical estava inserida, através da ferramenta Word Sketch, do Sketch Engine e, portanto, foi possível identificar que frame a unidade lexical analisada evoca. Dessa forma, como apresentado na Figura 33, a UL *café da manhã.n* evoca dois frames, *Serviço_em_alimentação* e *Serviço_turístico*.

Além da UL *café da manhã.n*, outras foram identificadas e, por conseguinte, foram observados quais frames seriam evocados por essas unidades lexicais. Nessa primeira análise do corpus, foram identificadas 927 unidades lexicais, dentre as quais 550 já se encontravam presentes na base de dados, enquanto 377 representavam novas unidades lexicais. Nesse contexto, a entrada de novas 377 unidades lexicais demonstrou um avanço no que concerne ao desenvolvimento do *chatbot*, dado que, com o fornecimento de mais unidades lexicais à base de dados, mais *input* é oferecido ao *chatbot*, isto é, mais oportunidades de oferecer conhecimento à máquina, através das novas unidades lexicais e das relações qualia ternárias, as quais estão atreladas a essas novas unidades. Essa relação entre as novas unidades lexicais e as relações qualia ternárias será mais bem explicitada na seção 4.2.

As 377 novas unidades lexicais, do corpus dos comentários de Juiz de Fora e Rio de Janeiro, evocam 167 frames, distribuídos em frames de interesse primário e secundário do turista, além daqueles que não mantinham quaisquer relações com o domínio do turismo, como, porexemplo, os frames atrelados ao domínio dos esportes, como *Olimpíadas* e *Final*. Nessa perspectiva, o Gráfico 3 apresenta,

dentre essas 377 novas unidades lexicais, os frames de interesse primário e secundário do turista.

Como é possível perceber pelo Gráfico 3, a maior parte das ULs está relacionada a frames de interesse secundário, ou seja, aqueles que não estão diretamente relacionados ao domínio do turismo, enquanto que, apenas 15% representam os frames de interesse primário, isto é, aqueles relacionados somente e diretamente ao contexto do turista. Desse modo, essa primeira análise demonstrou que os comentários de turistas, em ferramentas como o Google Places, contêm unidades lexicais que não evocam somente frames de interesse primário, como seria uma primeira hipótese, mas também, em sua maioria, frames de interesse secundário, os quais não estão diretamente relacionados à experiência turística, mas a modalizam. Alguns frames de interesse secundário, associados a essas novas ULs, tais como *Descrição_químico-sensorial* descrevem situações, não diretamente relacionadas ao turismo, mas que podem fazer parte de um contexto de viagem, posto que este frame relaciona-se a ULs como *doce.a*, *crocante.a*, descrevendo alimentos.

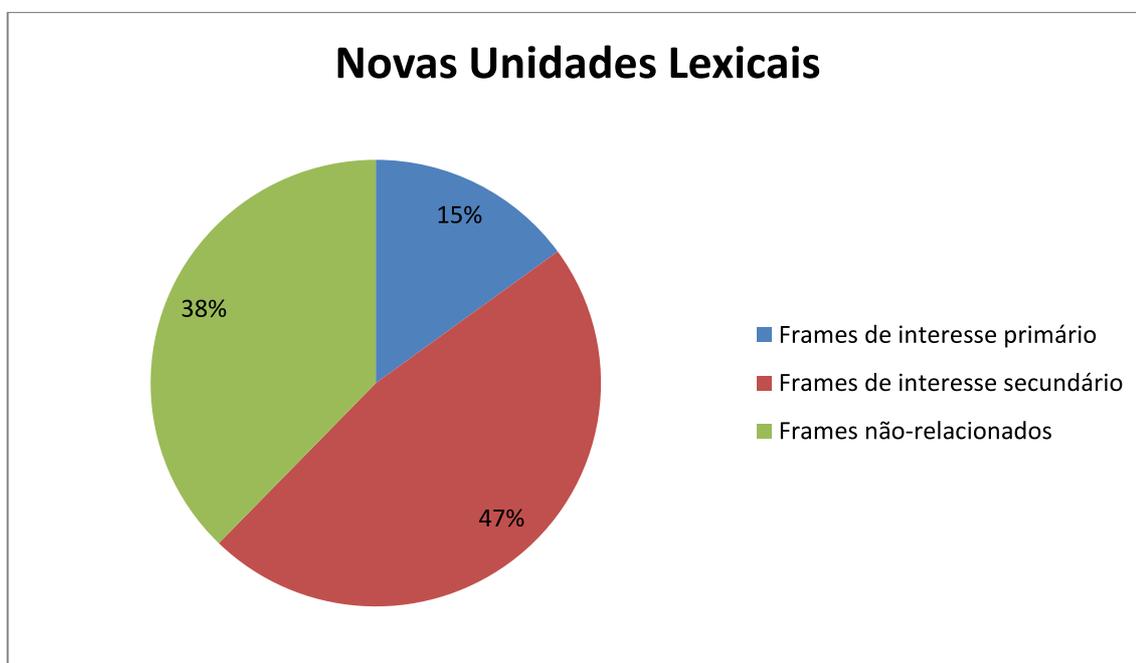


Gráfico 3: Frames evocados pelas novas ULs

Considerando esses pontos, essa primeira análise dos frames dessas novas ULs, isto é, que não estavam presentes na base de dados utilizada pelo m.knob,

demonstrou que os frames de interesse secundário são fundamentais para o desenvolvimento de uma ferramenta computacional, como o *chatbot*, dado que ao terem a função de fornecer *input* a esse recurso, essas novas ULs apresentam as diversas variações que são presentes na vida de um turista, como querer conhecer locais turísticos que tenham acessibilidade para idosos, por exemplo, entre outras situações. Portanto, é fundamental ressaltar a grande importância de que, para o desenvolvimento de um *chatbot*, não basta apenas fornecer à base de dados um modelo estrito da atividade em si, isto é, frames de interesse primário, embora sejam fundamentais para esse processo, justificando, portanto, a investigação dos frames de interesse secundário.

Além da análise das novas ULs, foi realizada uma investigação quantitativa e qualitativa das ULs já presentes na base de dados, que contabilizam 550 e, desse modo, observou-se o percentual do tipo de frames que essas unidades lexicais já evocavam, isto é, o percentual dos frames de interesse primário, de interesse secundário e aqueles que não estão relacionados ao domínio do turismo. Considerando isso, o Gráfico 4 apresenta esses dados.

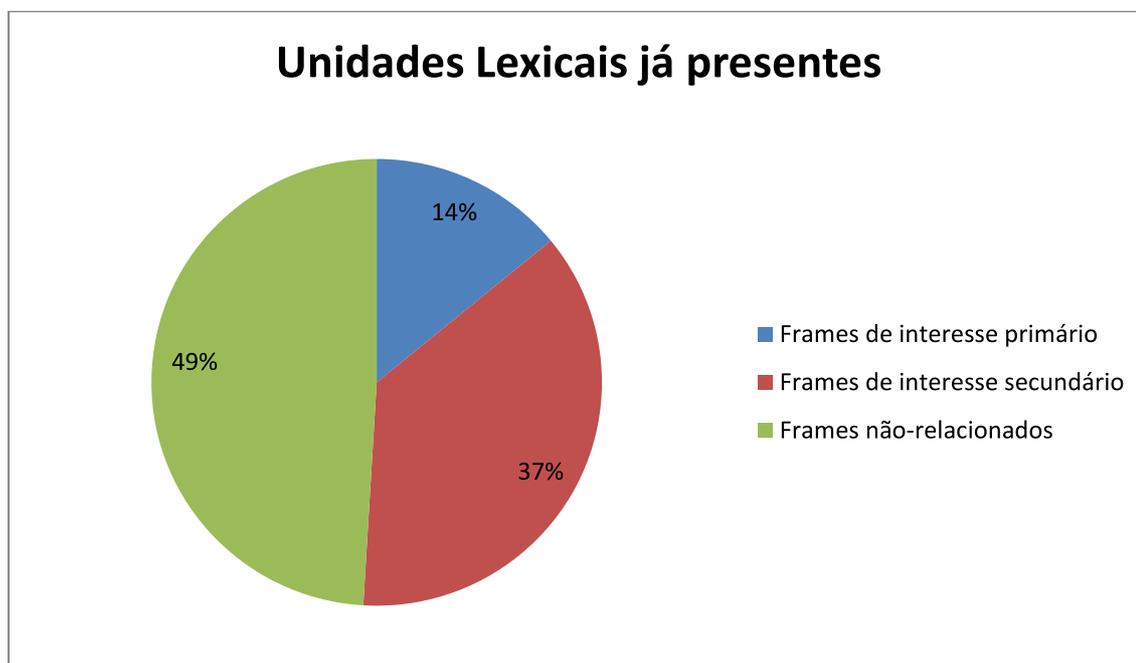


Gráfico 4: Frames evocados por ULs já existentes na base de dados

O Gráfico 4 apresenta a composição dos frames evocados por essas ULs já existentes na base de dados da FrameNet Brasil, dessa forma, como é possível

perceber, a maioria das unidades lexicais evocaram frames não-relacionados ao contexto turístico, como *Trabalhar* e aqueles ligados ao contexto esportivo, como *Sanções*, *Rebote* e *Torneio_de_eliminação*. Dentre os 129 frames não-relacionados ao domínio do turismo, 28 eram frames relacionados ao esporte. Em relação aos frames de interesse secundário, pode-se citar os frames que tiveram maior ocorrência, isto é, foram evocados por mais ULs como *Desejabilidade* (18 ocorrências), *Foco_no_estímulo* (15 ocorrências), *Negócios* (12 ocorrências) e *Expertise* (11 ocorrências). Dentre os frames de interesse primário, evocados por ULs já presentes na base de dados, destacam-se *Alimentos_e_bebidas* (55 ocorrências), *Prédios* (30 ocorrências), *Alimentação* (17 ocorrências) e *Locais_naturais* (14 ocorrências).

Além de observar os aspectos quantitativos e qualitativos do corpus, considerando as ULs já presentes ou não na base de dados, é válido compreender, como um todo, a quantidade de frames de interesse primário e secundário, além dos frames não-relacionados ao domínio do turismo. Dessa forma, o Gráfico 5 apresenta os tipos de frames, considerando a pesquisa geral, isto é, aqueles que estão relacionados tanto às novas unidades lexicais quanto às já existentes na base de dados.

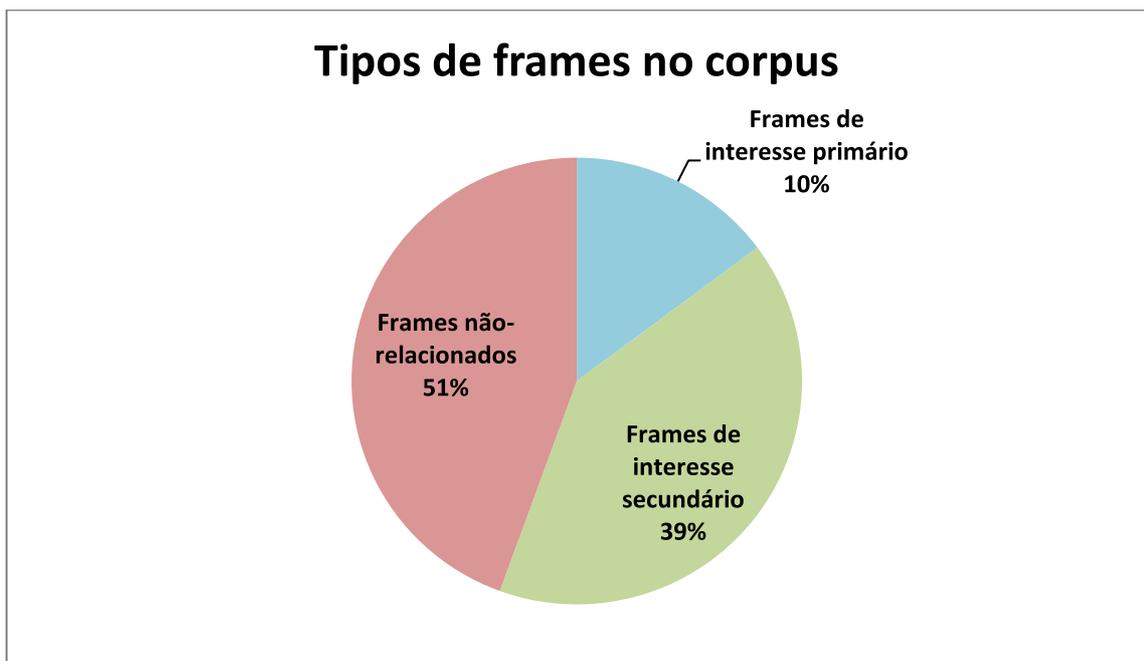


Gráfico 5: Tipos de frames presentes no corpus

A partir do Gráfico 5, observa-se que o corpus é composto, majoritariamente, por frames não-relacionados ao contexto turístico. Dentre os 344 frames evocados nos comentários, apenas 10% são de interesse primário o que comprova que os comentários em plataformas online, mesmo pertencentes ao domínio do turismo, não se limitam somente a esse contexto, demandando outros contextos e domínios os quais fazem parte do momento de uma viagem, representado pelos 39% dos frames de interesse secundário e 51% de frames não-relacionados. Nesse contexto, vale citar alguns frames não associados à experiência turística tais como Ler, Estádio, Área_biológica, Anexar, entre outros. A ocorrência frequente desses frames é natural, uma vez que, no texto de um comentário, o usuário de uma plataforma pode abordar uma diversidade de fenômenos e aspectos da sua experiência. Pode, por exemplo, dizer que teve dificuldades em ler o cardápio. Mas isso não significa que tais frames sejam relevantes para o propósito do *chatbot*. Por outro lado, o Quadro 7 apresenta a seleção dos frames de interesse primário, representados pelo quantitativo de 10% nesta investigação.

| | |
|------------------------------|-------------------------------|
| 1. Acomodação | 20. Obter_documento |
| 2. Alimentação | 21. Partida |
| 3. Alimentos_e_bebidas | 22. Partida_do_turista |
| 4. Atividades_do_turista | 23. Partida_do_turista_alojam |
| 5. Atrair_turistas | ento |
| 6. Cenário_receber_visitante | 24. Potencial_turístico |
| 7. Chegar | 25. Prédios |
| 8. Clima | 26. Serviço_turístico |
| 9. Comer_e_beber | 27. Serviço_turístico_pagar |
| 10. Comércio_comprar | 28. Serviço_turístico_reserva |
| 11. Comércio_pagar | r |
| 12. Custo | 29. Serviço_turístico_vender |
| 13. Dinheiro | 30. Temperatura |
| 14. Documentos | 31. Transporte |
| 15. Entretenimento | 32. Turismo |
| 16. Fazer_turismo | 33. Turismo_de_atração |
| 17. Hospedar-se | 34. Turismo_de_evento |

| | |
|-------------------------|---------------|
| 18. Locais_naturais | 35. Veículo |
| 19. Meios_de_transporte | 36. Viagem |
| | 37. Visitação |

Quadro 7: Frames de interesse primário

Embora alguns frames como `Alimentos_e_bebidas`, `Documentos` e `Veículos` não sejam exclusivos do contexto turístico, como `Turismo_de_atração` ou `Serviço_turístico`, eles são considerados de interesse primário, posto que são as principais preocupações de um turista no momento de sua viagem. Dessa forma, a seleção dos frames de interesse primário considerou esse aspecto para a análise. Dentre eles, o frame `Alimentos_e_bebidas` obteve maior número de ULs evocadas, como é possível perceber através do Gráfico 6.

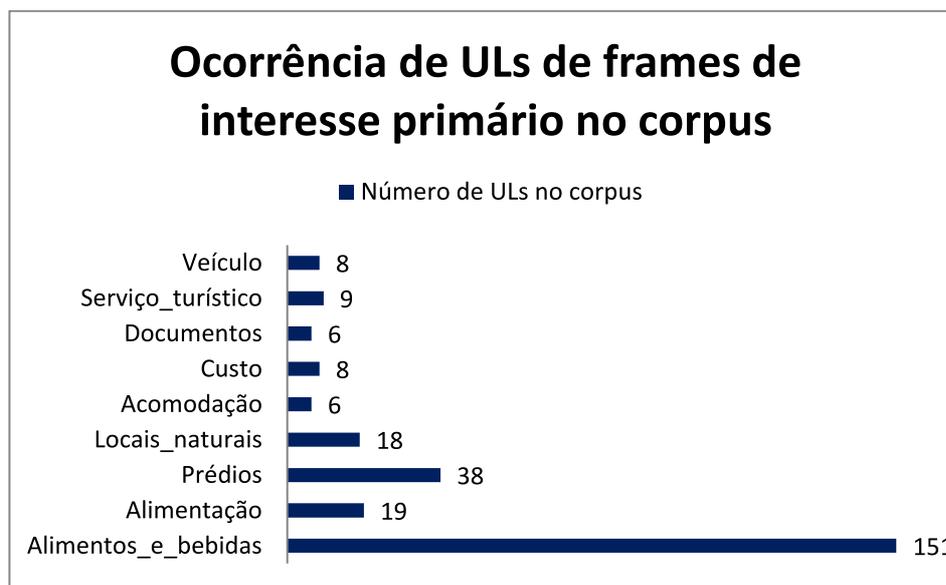


Gráfico 6: Ocorrência de ULs nos frames de interesse primário

O Gráfico 6 apresenta a ocorrência no corpus das ULs em 10 dos 37 frames de interesse primário. O frame `Alimentos_e_bebidas` apresenta 151 ULs relacionadas a ele, enquanto que `Acomodação` apresenta apenas 6 unidades lexicais. Isso demonstra e corrobora a análise apresentada nos Gráficos 1 e 2, da seção 3.1, de que a maioria dos comentários está relacionada a restaurantes e não a hotéis, explicando o número de ULs relacionadas a um frame de alimentação.

Em relação aos frames de interesse secundário, o Quadro 8 apresenta o levantamento realizado.

| | |
|---------------------------------|---------------------------------|
| 1. Abundar_com | 68. Irritação |
| 2. Acessórios_vestuário | 69. Julgamento_direto |
| 3. Acompanhamento | 70. Julgamento |
| 4. Adquirir | 71. Parentesco |
| 5. Agrupar | 72. Locais_políticos |
| 6. Ambiente | 73. Locais_por_uso |
| 7. Animais | 74. Local |
| 8. Aplicar_calor | 75. Local_por_evento |
| 9. Assistência | 76. Localizar |
| 10. Atividade | 77. Local_de_luz |
| 11. Atividade_em_andamento | 78. Fazer_conhecido |
| 12. Atividade_iniciar | 79. Fazer_barulho |
| 13. Atividade_interromper | 80. Measurable_attributes |
| 14. Atividade_pausar | 81. Intervenção_médica |
| 15. Atividade_preparar | 82. Profissionais_médicos |
| 16. Atividade_terminar | 83. Foco_no_estímulo_mental |
| 17. Atributos | 84. Modo_de_viver |
| 18. Descrição_atitude | 85. Móveis |
| 19. Auto_movimento | 86. Necessidade |
| 20. Avaliação | 87. Negócios |
| 21. Avaliação_de_moralidade | 88. Abertura |
| 22. Unidade_calêndrica | 89. Operar_veículo |
| 23. Cenário_do_comércio | 90. Origem |
| 24. Escolher | 91. Parte_todo |
| 25. Comemorativo | 92. Peça_arquitetônica |
| 26. Meios_de_comunicação | 93. Pessoas_por_idade |
| 27. Comunicação_resposta | 94. Percepção_ativa |
| 28. Condições_médicas | 95. Relacionamento_pessoal |
| 29. Conhecimento | 96. Pessoas |
| 30. Conversa | 97. Pessoas_por_atividade_lazer |
| 31. Criação_culinária | 98. Pessoas_por_origem |
| 32. Cor | 99. Pessoas_por_vocação |
| 33. Artesanato | 100. Arte_física |
| 34. Criar_arte_física | 101. Polícia |
| 35. Costume | 102. Projeto |
| 36. Dar_impressão | 103. Protetor |
| 37. Declaração | 104. Serviços_públicos |
| 38. Entregar | 105. Interrogatório |
| 39. Descrição_de_duração | 106. Rejuvenescimento |
| 40. Descrição_químico-sensorial | 107. Relação_locativa |

| | |
|---------------------------------|---------------------------------|
| 41. Desejabilidade | 108. Solicitar_entidade |
| 42. Dificuldade | 109. Residência |
| 43. Direção | 110. Resolver_problema |
| 44. Relação_locativa_direcional | 111. Situação_de_risco |
| 45. Discussão | 112. Ser_localizado |
| 46. Distinção | 113. Ser_necessário |
| 47. Diversidade | 114. Ser_obrigado |
| 48. Emergências | 115. Ser_obrigatório |
| 49. Emoções_de_atividade_mental | 116. Ser_relevante |
| 50. Emoção_direcionada | 117. Evento_social |
| 51. Entidade_biológica | 118. Evento_social_indivíduos |
| 52. Estética | 119. Avaliação_interação_social |
| 53. Avaliação_comparação | 120. Sons |
| 54. Experienciador_foco | 121. Estágio_de_progresso |
| 55. Experienciador_objeto | 122. Foco_no_estímulo |
| 56. Expertise | 123. Subpartes_de_prédios |
| 57. Familiaridade | 124. Dedicar_tempo |
| 58. Primeira_posição | 125. Tamanho |
| 59. Formar_relações | 126. Temperatura_ambiente |
| 60. Frequência | 127. Temperatura |
| 61. Grau | 128. Subregião_temporal |
| 62. Cuidados_pessoais | 129. Tendência |
| 63. Ter_ou_faltar_acesso | 130. Tempo_período_de_ação |
| 64. Encontro_hostil | 131. Intervalo |
| 65. Idade | 132. Itinerário |
| 66. Importância | 133. Utilidade |
| 67. Translação_intencional | 134. Vestuário |

Quadro 8: Frames de interesse secundário

Considerando os gráficos e quadros apresentados nesta seção, observa-se a composição dos frames neste corpus de comentários de turistas, dessa forma, a análise semântica relacionada a esses frames presentes foi fundamental para o desenvolvimento inicial da investigação da relação entre esses frames que compõem o corpus e as relações qualia atreladas a eles, como será apresentado na seção 4.2. Em outras palavras, com o fito de buscar um maior desempenho do *chatbot* com as relações qualia e, por conseguinte, com os frames, esta seção apresentou a investigação inicial dos frames evocados pelas ULs presentes nos comentários do corpus.

4.2 Relações Qualia Ternárias para o Turismo

Antes de iniciar a apresentação das realções criadas para o domínio do Turismo, é fundamental discutir o conceito de granularidade atrelado às representações semânticas. Como apontado na seção 1.3, tais representações organizam-se segundo diversos princípios, sendo um deles a granularidade. A granularidade relaciona-se ao nível de especificidade que uma representação semântica explora em seus processos de modelagem, isto é, cada representação semântica – PropBank, AMR, FrameNet, Qualia – conceptualiza um modelo para caracterizar semanticamente um processo e, a partir dele, explorar tarefas aplicadas às diversas tecnologias no Processamento de Língua Natural. Nessa perspectiva, as variadas representações semânticas como PropBank e AMR, por exemplo, caracterizam-se por apresentarem menor grau de granularidade (BONIAL, et al., 2014), principalmente no que tange às camadas utilizadas, isto é, posto que o PropBank e a AMR utilizam os termos “Arg0” e “Arg1” para identificar os argumentos presentes em suas sentenças, o que é algo considerado mais genérico, ou em outras palavras, com um baixo nível de granularidade. Por outro lado, a FrameNet, por exemplo, apresenta um alto nível de granularidade (BONIAL, et al., 2014), visto que não seleciona seus argumentos apenas como “Arg0”, “Arg1”, mas relacionados aos Elementos de Frame que compõem um frame. Além disso, em suas anotações, a FrameNet analisa as sentenças a partir de várias camadas como Função Gramatical, Tipo Sintagmático e Elementos de Frame. Esse tipo de anotação corrobora um alto nível de especificidade e, portanto, um alto nível de granularidade.

Entretanto, embora a FrameNet apresente um ótimo nível de especificidade, o que contribui para diversas aplicações, ainda apresenta limitações, principalmente em contextos em que o usuário necessita diferenciar tipos de relações que se sustentam não entre frames, mas entre ULs que evocam tais frames. Desse modo, no contexto da aplicação discutida nesta dissertação, o usuário turista, ao formular uma sentença no aplicativo, como “Quero comer comida japonesa”, encontrará como resposta diversos restaurantes, desde churrascarias até pizzarias, já que, pela FrameNet, o aplicativo daria maior peso ao termo “comida japonesa” através da ativação do frame *Alimentos_e_bebidas*, selecionando, por consequência, todas as ULs presentes nesse frame, tais como *brigadeiro.n*, *churrasco.n*, *hambúrguer.n*, *quibe.n*, entre outros. Nesse contexto, a ativação da representação semântica ao nível dos frames diminuiria o nível de especificidade da interação entre o *chatbot* e o usuário, limitando o desempenho do aplicativo.

Outro exemplo que corrobora essa limitação é uma situação em que o turista formule a seguinte sentença ao *chatbot* “Quero me hospedar em um albergue”. O aplicativo ativará, através da representação semântica a ele atrelada, a palavra “albergue” que, por sua vez, ativará o frame *Acomodação*. Dessa forma, todas as ULs do frame citado serão ativadas, tais como *hotel fazenda.n*, *rancho.n*, *hotel.n*, *camping.n*, *pousada.n*, de modo que o *chatbot* não conseguirá realizar uma indicação mais precisa e, portanto, indicará todos os tipos de acomodação, sendo que a UL *albergue.n* demanda um tipo de hospedagem muito específico e, por conseguinte, o *chatbot* não atenderia corretamente à solicitação do usuário turista.

Considerando esses pontos, a FrameNet, tomada em sua versão *default*, de acordo com Bonial (2014), é a representação semântica que apresenta maior nível de granularidade em relação às outras. No entanto, como exemplificado anteriormente, ainda assim, para tarefas como interações com *chatbots*, não contempla o nível de especificidade que é exigido neste tipo de conversação. Desse modo, outro nível de representação semântica é fundamental para inserir ainda maior granularidade no processo de análise dessas sentenças formuladas por turistas no momento da interação.

Nessa perspectiva, a partir da análise inicial dos frames evocados no corpus, deu-se início à investigação das relações qualia e sua associação aos frames, com a implementação dessas relações no banco de dados da FrameNet Brasil por Matos (2014). Como apontado na seção 3.2, os grupos de relações qualia, propostos por Pustejovsky (1995) são: formal, agentivo, constitutivo e télico. Considerando essas relações e sua inserção na FrameNet Brasil através do trabalho de Matos (2014), a proposta atual do projeto é investigar a ligação entre os frames e as relações qualia, através do estabelecimento da relação qualia ternária. No entanto, esta dissertação não tem como objetivo principal apresentar a implementação de todas essas relações ternárias, posto que a finalidade deste trabalho é descrever o estudo dos frames evocados pelos comentários e a relação deles com as relações qualia, focando no processo da modelagem e nos testes efetuados com o *chatbot*, a partir das relações ternárias.

Considerando esses pontos, as relações ternárias caracterizam-se, primeiramente, pela mediação, por parte de um frame, de uma relação qualia (formal, agentiva, etc.). Por meio dessa mediação, a relação qualia funciona como intermediária entre duas unidades lexicais, as quais representam cada uma um

Elemento de Frame, como apontado inicialmente na seção 3.2. Essa relação de mediação da relação qualia e as ULs é unidirecional, isto é, devem ser lidas e compreendidas em apenas uma direção. A Figura 34 apresenta alguns exemplos de relações ternárias.

| Qualia Structure | | | | |
|--------------------|-------------------------|-------------------|----------------|------------------|
| Select Qualia Type | | Search Frame | | |
| Type | Frame | LU1 | Info | LU2 |
| ↔ Qualia Telic | Agir_intencionalmente | 🕒 Ação | atividade de | 👤 Agente |
| ↔ Qualia Telic | Criar_intencionalmente | 👤 Entidade_criada | criado por | 👤 Criador |
| ↔ Qualia Telic | Finalidade_do_utensílio | 👤 Utensílio | destinado a | 👤 Finalidade |
| ↔ Qualia Telic | Capacidade_ação | 🕒 Evento | habilidade de | 👤 Entidade |
| ↔ Qualia Telic | Vício | 👤 Viciado | hábito de | 👤 Vício |
| ↔ Qualia Telic | Costume | 👤 Comportamento | hábito de | 👤 Protagonista |
| ↔ Qualia Telic | Finalidade | 👤 Alvo | objetivo de | 👤 Agente |
| ↔ Qualia Telic | Infraestrutura | 👤 Atividade | realizado em | 👤 Infraestrutura |
| ↔ Qualia Telic | Usar | 👤 Agente | utilizado para | 👤 Propósito |
| ↔ Qualia Telic | Usar_recurso | 👤 Recurso | utilizado por | 👤 Agente |

Figura34: Relações qualia ternárias télicas

Na Figura 34, são apresentadas as relações ternárias télicas, ou seja, as relações qualia que se caracterizam pelo sentido de finalidade ou objetivo. Nesse contexto, conforme apontado na seção 1.4, um exemplo simples a retomar o significado dessas relações é a palavra feijoada. Por ser um prato, a relação télica implícita é de comer, uma vez que feijoada, como qualquer outro prato, tem como finalidade ser ingerida, comida. Considerando essas questões e a título de exemplo, na Figura 34, o frame `Agir_intencionalmente` é requerido pela relação qualia télica. Nessa perspectiva, a relação qualia télica funciona como mediadora entre a UL1, representada pelo Elemento de Frame `Ação`, e a UL2, representada, por sua vez, por `Agente`. Esses EFs são extraídos do próprio frame analisado, neste caso, o frame `Agir_intencionalmente`, como é possível observar na Figura 35.

Agir_intencionalmente

Definição

Este é um frame abstrato que trata de ações realizadas por seres conscientes.

Exemplo(s)

Elementos de Frame Nucleares

FE Core:
Agente [Agent]
semantic_type: @sentient O Agente realiza a ação intencional.

FE Core-Unexpressed:
Ação [Act]
semantic_type: @state_of_affairs Identifica a Ação que o Agente realiza intencionalmente.

Figura 35: Frame *Agir_intencionalmente*

Os EFs Ação e Agente explicitados na Figura 35 funcionarão como elementos representativos da UL1 e da UL2, sendo a relação qualia télica mediadora desse processo. Dessa forma, ao realizar o processo de modelagem na FrameNet Brasil desses dados, a relação qualia ternária télica se dará entre ULs como *check-out.n*, exemplificada na Figura 36, e seus agentes prototípicos *turista.n* e *viajante.n*.

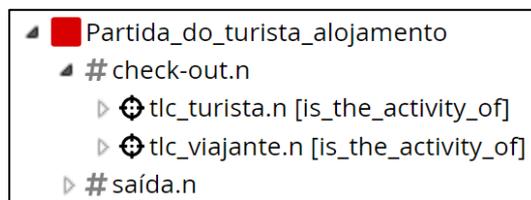


Figura 36: Relações télicas na UL *check-out.n*

Na Figura 36, o frame-alvo para a modelagem é *Partida_do_turista_alojamento*. Dessa forma, as ULs a serem analisadas são as que compõem esse frame como *check-out.n* e *saída.n*. Assim, na UL *check-out.n*, é modelada a relação qualia ternária télica a partir do frame *Agir_intencionalmente*, dado que é um frame que indica exatamente a relação entre os EFs Ação (*check-out.n*) e Agente (*turista.n*, *viajante.n*).

Diferentemente das relações qualia télicas, atreladas ao sentido de finalidade, as relações qualia agentivas relacionam-se à origem de determinado objeto, alimento, etc. Assim, a Figura 37 apresenta as relações qualia agentivas ternárias, as quais estão associadas a frames que possam indicar a procedência de algo.

| Qualia Structure | | | | | |
|--------------------|-------------------------|--------------------|-------------|--------------|--|
| Select Qualia Type | | Search Frame | | | |
| ↔ Type | ■ Frame | LU1 | Info | LU2 | |
| ↔ Qualia Agentive | Afetar_intencionalmente | ● Agente | afeta | ● Paciente | |
| ↔ Qualia Agentive | Agir_intencionalmente | ● Ação | causado por | ● Agente | |
| ↔ Qualia Agentive | Causalidade | ● Efeito | causado por | ● Causa | |
| ↔ Qualia Agentive | Causalidade | ● Efeito | causado por | ● Ator | |
| ↔ Qualia Agentive | Criação_culinária | ● Comida_produzida | criado por | ● Cozinheiro | |
| ↔ Qualia Agentive | Criar_intencionalmente | ● Entidade_criada | criado por | ● Criador | |
| ↔ Qualia Agentive | Inovar | ● Nova_ideia | criado por | ● Pensador | |
| ↔ Qualia Agentive | Resolver_problema | ● Agente | resolve | ● Problema | |

Figura 37: Relações qualia agentivas ternárias

As relações qualia agentivas ternárias apresentadas na Figura 37 são mediadas por frames que indicam origem, tais como *Criar_intencionalmente*, *Causalidade*, *Afetar_intencionalmente*, *Agir_intencionalmente*, entre outros. O frame *Agir_intencionalmente* é o mesmo apresentado na Figura 35, mas os Elementos de Frame *Ação* e *Agente* são representados de outro modo, através do campo “info”, onde as informações sobre a relação são consideradas. Em outras palavras, os EFs são aproveitados, mas no campo “info” são estabelecidas as informações que se relacionam com o tipo de relação qualia. Por exemplo, nas agentivas, o EF1 *Ação* deve ser causado por um EF2 *Agente* e não como representado nas relações télicas em que o EF1 *Ação* é uma atividade do EF2 *Agente*. Além disso, a relação qualia ternária é unidirecional, isto é, a leitura, por exemplo, da relação qualia em que o frame *Agir_intencionalmente* está inserido, representado na Figura 37, deve ser de que o EF1 *Ação* é “causado por” EF2 *Agente* e não o EF2 *Agente* é “causado por” EF1 *Ação*. Um exemplo de modelagem com as relações qualia agentivas ternárias é a UL *comprovante de vacinação.n*, presente no frame *Documentos*, representado na Figura 38.

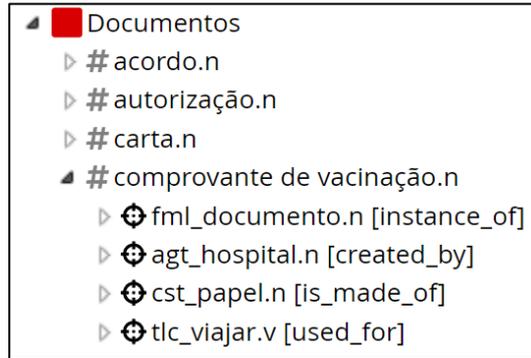


Figura38: Relações Qualia na UL *comprovante de vacinação.n*

A UL *comprovante de vacinação.n*, representada na Figura 38, apresenta quatro relações qualia ternárias, contudo, o foco é explicitar a relação agentiva ternária. Dessa forma, a UL1, representada por *comprovante de vacinação.n*, apresenta relação agentiva com a UL2 *hospital.n*, através do frame *Criar_intencionalmente*, como pôde ser visto na Figura 37. Nesse contexto, a Tabela 5 apresenta de modo mais claro a composição das relações Qualia na UL *comprovante de vacinação.n*.

| Qualia | Frame | EF 1 | UL 1 | EF 2 | UL 2 |
|--------------|------------------------|-----------------|----------------------------|-----------|-------------|
| Agentivo | Criar_intencionalmente | Entidade_criada | comprovante de vacinação.n | Criador | hospital.n |
| Formal | Exemplar | Exemplo | comprovante de vacinação.n | Tipo | documento.n |
| Constitutivo | Ingredientes | Produto | comprovante de vacinação.n | Material | papel.n |
| Télico | Usar | Instrumento | comprovante de vacinação.n | Propósito | viajar.v |

Tabela 5: Representação das relações ternárias de *comprovante de vacinação.n*

Outra UL presente no frame *Documentos* é *passaporte.n* que, embora esteja no mesmo frame que a UL *comprovante de vacinação.n*, apresenta particularidades que a diferenciam das outras unidades lexicais. Dessa forma, a Figura 39 apresenta as Relações qualia na UL *passaporte.n*, pertencente ao mesmo frame de *Documentos*.

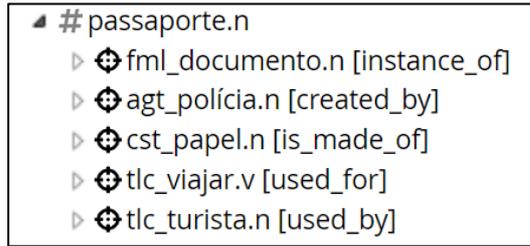


Figura 39: Relações qualia na UL *passaporte.n*

Embora estejam presentes no mesmo frame, as ULs *comprovante de vacinação.n* e *passaporte.n* apresentam singularidades próprias, isto é, a situação e local de uso, por quem é utilizado e por quem foi criado. Assim, essas características individuais são acessíveis, computacionalmente, apenas pela implementação das relações qualia. Em outras palavras, se considerarmos apenas a relação semântica entre frames, as ULs *comprovante de vacinação.n* e *passaporte.n* pertencem à mesma cena, de *Documentos*. No entanto, para demonstrar as particularidades no uso de cada uma, as relações qualia são fundamentais nesse processo.

Além das relações qualia agentivas e télicas, há a relação qualia constitutiva ternária. Essa relação abrange um grande número de frames atrelados a ela, uma vez que a ideia de constituência está presente em vários tipos de relações, situações e objetos como material, parentesco, ingrediente, residência, local de trabalho, entre outros. A Figura 40 apresenta as 21 relações qualia constitutivas ternárias modeladas neste trabalho, as quais agregam frames de diferentes naturezas, tais como *Ingredientes*, *Subpartes_de_prédios*, *Pessoas_por_origem*, *Parentesco*, *Conter*, entre outros.

| Qualia Structure | | | | |
|---------------------|-------------------------|-------------------------|----------------------|---------------------|
| Select Qualia Type | Search Frame | | | |
| Type | Frame | LU1 | Info | LU2 |
| Qualia Constitutive | Influência_objetiva | Entidade_influenciadora | afeta | Entidade_dependente |
| Qualia Constitutive | Causalidade | Ator | causa | Afetado |
| Qualia Constitutive | Conter | Conteúdos | contido em | Recipiente |
| Qualia Constitutive | Ingredientes | Produto | feito com | Material |
| Qualia Constitutive | Inclusão | Total | inclui | Parte |
| Qualia Constitutive | Empregar | Empregador | local de trabalho de | Empregado |
| Qualia Constitutive | Residência | Residente | mora em | Local |
| Qualia Constitutive | Parentesco | Ego | parente de | Alter |
| Qualia Constitutive | Criar | Criador | produz | Entidade_criada |
| Qualia Constitutive | Agir_intencionalmente | Ação | realizado por | Agente |
| Qualia Constitutive | Relação | Entidade_1 | relaciona-se com | Entidade_2 |
| Qualia Constitutive | Pessoas_por_religião | Pessoa | seguidor de | Religião |
| Qualia Constitutive | Atributos | Entidade | tem como atributo | Atributo |
| Qualia Constitutive | Associação | Grupo | tem como membro | Membro |
| Qualia Constitutive | Subpartes_de_prédios | Todo | tem como parte | Parte |
| Qualia Constitutive | Parte_interior_exterior | Todo | tem como parte | Parte |
| Qualia Constitutive | Parte_todo | Todo | tem como parte | Parte |
| Qualia Constitutive | Parte_elemento | Substância | tem como parte | Elemento |
| Qualia Constitutive | Pessoas_por_origem | Pessoa | tem origem em | Origem |
| Qualia Constitutive | Usar_recurso | Agente | utiliza | Recurso |
| Qualia Constitutive | Infraestrutura | Infraestrutura | utilizado por | Usuário |

Figura40: Relações qualia constitutivas ternárias

O conceito de relação qualia constitutiva ternária está atrelado ao fator de constituição de algo, isto é, não está relacionado apenas a ingredientes de um prato ou a subpartes de prédios, está ligado a fatores como a origem de uma pessoa, ou seja, àquilo que a constitui (*Pessoas_por_origem*), como a identificação com uma determinada religião, constituindo assim uma identidade (*Pessoas_por_religião*), entre outros. Esses exemplos servem para clarificar a quantidade de relações qualia constitutivas ternárias, as quais foram fundamentais para a análise dos dados devido à amplitude de tipos de frames que se relacionam a elas. Um exemplo importante para compreender essa relação Qualia é o frame *Alimentos_e_bebidas* e suas ULs, uma vez que foi o frame com mais ULs presentes nos comentários e também aquele que mais obteve relações qualia constitutivas ternárias. A Figura 41 apresenta a UL *tacacá.n*, do frame *Alimentos_e_bebidas*, e suas relações.

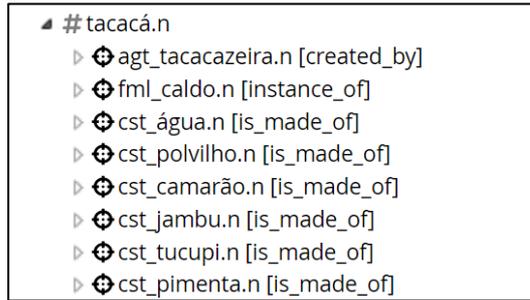


Figura41: Relações qualia ternárias na UL *tacacá.n*

A UL *tacacá.n* agrega diferentes relações qualia, como a formal, a agentiva e a constitutiva. Em relação à constitutiva, é mediada pelo frame *Ingredientes*, uma vez que o *tacacá.n* é o produto e o *jambu.n*, por exemplo, é o ingrediente. A Tabela 6 apresenta, de modo mais explícito, a composição dessas relações qualia ternárias presentes em *tacacá.n*.

| Qualia | Frame | EF1 | UL1 | EF2 | UL2 |
|--------------|-------------------|------------------|----------|------------|---------------|
| Agentivo | Criação_culinária | Comida_produzida | tacacá.n | Cozinheiro | tacacazeira.n |
| Formal | Exemplar | Exemplo | tacacá.n | Tipo | caldo.n |
| Constitutivo | Ingredientes | Produto | tacacá.n | Material | água.n |
| | Ingredientes | Produto | tacacá.n | Material | polvilho.n |
| | Ingredientes | Produto | tacacá.n | Material | camarão.n |
| | Ingredientes | Produto | tacacá.n | Material | jambu.n |
| | Ingredientes | Produto | tacacá.n | Material | tucupi.n |
| | Ingredientes | Produto | tacacá.n | Material | pimenta.n |

Tabela 6: Representação das relações ternárias de *tacacá.n*

No entanto, ao considerarmos somente a relação semântica entre o frame *Alimentos_e_bebidas* e as ULs correlacionadas, depreende-se que, a partir de um pedido de sugestão do turista para o *chatbot*, em um processo de recomendação, o usuário digite “Quero almoçar em um restaurante”, o *chatbot* receberá a afirmação como *input* e considerará apenas o frame relacionado às ULs, *almoçar.v* e *restaurante.n*, a partir do peso dado a cada UL e, por conseguinte, terá recomendações (*output*) relacionadas a todas as ULs do frame *Alimentos_e_bebidas*. Em outras palavras, se considerarmos apenas a relação frame e ULs, o *chatbot* recomendaria todos os alimentos, dado que compreende que a intenção do turista é almoçar, mas as especificidades, tão complexas à interação

humana, não são entendidas pela máquina, devendo assim, propor outros mecanismos que possam apresentar as particularidades de cada UL, através das relações qualia. Um exemplo da importância dessa implementação é a seguinte frase “Quero comer um caldo” hipoteticamente digitada por um usuário. Através da modelagem das relações qualia, “comer um caldo” é algo mais específico e, para atender as demandas do turista, a relação ternária formal, da UL *tacacá.n*, apresenta a especificidade desse prato, uma vez que está inserido na categoria de caldos – como apresentado na Figura 41.

Outro exemplo é a UL *feijão-tropeiro.n* que pertence ao mesmo frame de `Alimentos_e_bebidas` e, através das relações qualia, apresenta particularidades como pode ser observado na Figura 42.

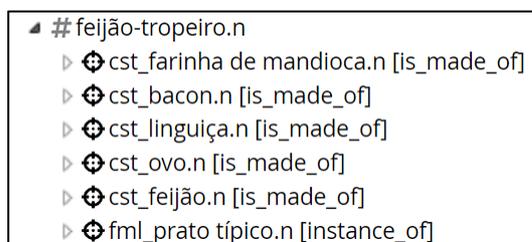


Figura 42: Relações qualia ternárias em *feijão-tropeiro.n*

Na Figura 42, a UL *feijão-tropeiro.n* está enquadrada na categoria de prato típico, a partir do qualia formal e apresenta vários aspectos que a diferenciam de *tacacá.n*, por exemplo, como a sua constituição, representada pelo qualia constitutivo e as relações ternárias de composição do prato. Nessa perspectiva, a hipótese é a de que, se o turista digitar no aplicativo “Quero comer um prato típico”, a probabilidade de aparecer restaurantes de comida mineira, relacionados ao feijão-tropeiro será maior que restaurantes de caldo, que se relacionam à *canjiquinha.n*, *tacacá.n*, entre outros.

Embora o frame `Alimentos_e_bebidas` seja o mais representativo, há outros frames que, a título de exemplo, apresentam as especificidades fornecidas pelas relações qualia. Um deles é o frame `Locais_por_uso`, o qual é compreendido pela relação entre um local e o seu uso. Exemplos de ULs relacionadas a esse frame são *cemitério.n*, *supermercado.n*, *academia.ne* *universidade.n*. De modo a tornar mais explícito, a Figura 43 apresenta a UL *universidade.n* e suas relações qualia ternárias.

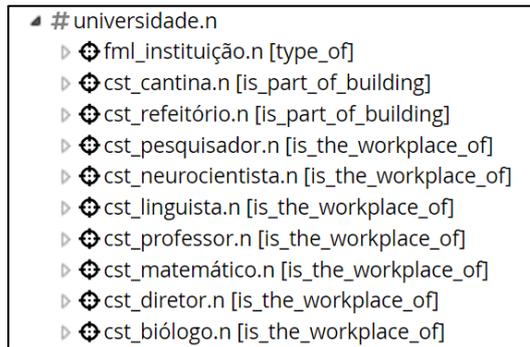


Figura 43: Relações qualia ternárias em *universidade.n*

A UL *universidade.n* apresenta diversos aspectos que a compõem, como pode ser observado na Figura 43, os quais relacionam-se desde às partes de sua construção, tais como *cantina.n* e *refeitório.n*, até as pessoas que trabalham nessa instituição, como *professor.n*, *linguista.n*, *pesquisador.n*, entre outros. Todas essas relações ternárias indicam maior especificidade do local e auxiliam, por exemplo, ao *chatbot* discernir os tipos de locais e dar indicações com maior desempenho.

Outro exemplo de UL que pertence ao mesmo frame de *Locais_por_uso*, mas que apresenta aspectos completamente distintos de *universidade.n* é *igreja.n*, como pode ser verificado na Figura 44, em que a UL *igreja.n* apresenta aspectos muito diferentes de *universidade.n*, posto que, embora pertençam ao mesmo qualia formal – são um tipo de instituição –, elas possuem funcionários e funções muito diferentes. A UL *igreja.n*, nesse contexto, apresenta a relação qualia ternária télica de orar, isto é, a finalidade de alguém que vá à igreja é orar. Além disso, as ULs *sacristia.n*, *altar.n*, e *capela.n* correlacionam-se à *igreja.n* através da relação qualia ternária constitutiva, indicando partes da construção de uma igreja. E, finalmente, as diversas ULs atreladas à empregabilidade da igreja tais como *abade.n*, *padre.n*, *bispo.n*, *diácono.n*, entre outras, se relacionam à *igreja.n*, pela relação qualia ternária constitutiva, apresentando como local de trabalho dessas pessoas.

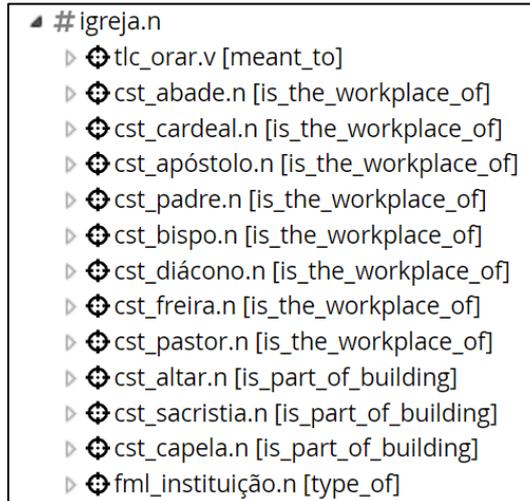


Figura 44: Relações qualia ternárias em *igreja.n*

Outro exemplo da diversidade que a relação qualia ternária constitutiva pode abranger é o frame *Relações_pessoais*. Esse frame, muito distinto dos anteriores, relaciona-se a todo tipo de relação pessoal, como amizade, casamento, namoro, família, entre outros. Dessa forma, é importante considerar que o usuário queira indicações de locais de passeio com membros específicos ou que os locais estejam intrinsecamente relacionados à companhia, por exemplo, um jantar romântico demanda um marido, uma esposa, um namorado, enquanto que o passeio no parque associa-se a um contexto familiar. Nessa perspectiva, a UL *família.n* representada na Figura 45 apresenta as especificidades através das Relações Qualia constitutivas ternárias.

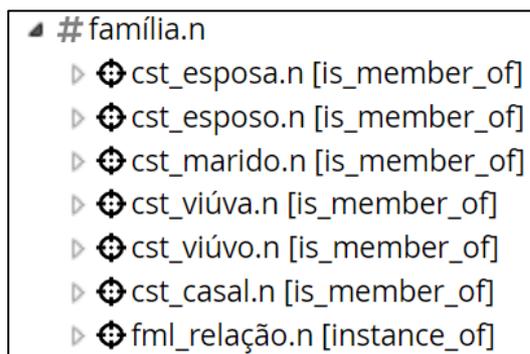


Figura 45: Relações qualia ternárias em *família.n*

Na Figura 45, percebem-se as diferentes relações ternárias constitutivas que compõem a UL *família.n*. Dessa forma, se um turista digita no aplicativo “Quero passear com a minha família”, a hipótese é a de que seja possível, através da

modelagem das relações qualia ternárias, que o *chatbot* selecione locais como shoppings, parques e museus, uma vez que são lugares mais comuns a um passeio familiar. Por outro lado, a UL *casal.n*, apresentada na Figura 46, denota outras especificidades quanto às recomendações.

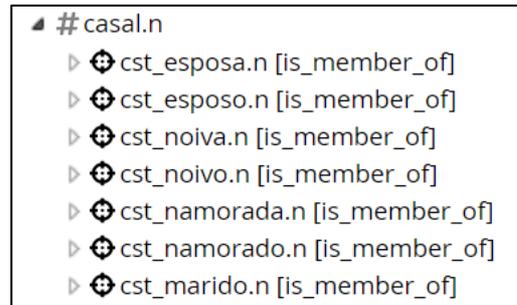


Figura 46: Relações qualia ternárias em *casal.n*

A UL *casal.n*, diferentemente da UL *família.n*, está relacionada a uma composição única de duas pessoas, que podem ser namorado/namorada, noivo/noiva e marido/esposa. Dessa forma, as recomendações do *chatbot* para o usuário são alteradas, considerando o peso das palavras “esposa” e “marido”, por exemplo, pode-se sugerir locais que, nos comentários, estejam relacionados a um contexto romântico, como restaurantes ou hotéis.

Além das relações qualia ternárias constitutivas, há as relações qualia ternárias formais, que se referem à classificação de um objeto, local ou relação em tipos ou em exemplos. Diferentemente das outras relações qualia, a relação formal deve ser representada uma única vez, isto é, enquanto as ULs *feijão-tropeiro.n*, *universidade.n* e *família.n* apresentam diversas relações qualia ternárias constitutivas, a relação formal deve ter apenas uma. A Figura 47 apresenta as relações qualia ternárias formais.

| | | | | |
|-----------------|----------|------------|------------|-------------|
| ↔ Qualia Formal | Exemplar | ● Exemplar | exemplo de | ● Tipo |
| ↔ Qualia Formal | Tipo | ● Subtipo | tipo de | ● Categoria |

Figura 47: Relações qualia ternárias formais

As relações qualia ternárias formais são estabelecidas por apenas dois frames: *Exemplar* e *Tipo*. O primeiro refere-se a um elemento o qual é um exemplar de uma categoria, já o segundo está atrelado a um tipo de categoria, isto

é, não é apenas um exemplar, mas relaciona-se a uma subdivisão em uma categoria. A título de exemplo, a UL *universidade.n*, apresentada na Figura 43, possui uma relação qualia formal ternária com a UL *instituição.n*, mediada pelo frame `Tipo`, visto que a universidade é um tipo de instituição, dentre tantas outras como igreja, sindicato e escola, por exemplo. Por outro lado, se escolhêssemos enquadrar a UL *universidade.nao* frame `Exemplar`, através da relação qualia ternária formal, a outra UL que relacionar-se-ia seria *instituição educacional.n*, presente no mesmo frame `Locais_por_uso`. Isso ocorreria, uma vez que a universidade não é um tipo de instituição educacional, mas sim um exemplar dessa categoria de instituições.

Outro exemplo que explicita essa diferenciação entre `Exemplar` e `Tipo` é a UL *fastfood.n*. Se compreendermos *fastfood* como um local, como as grandes redes de alimentação, ele manteria a relação qualia formal como um exemplar da categoria das lanchonetes, desse modo, o frame `Exemplar` seria o mediador dessa relação. No entanto, se relacionássemos a UL *fastfood.na* alimento, ela se enquadraria na relação qualia formal com o frame `Tipo`, uma vez que é um tipo de alimento e pertence a uma categoria diferenciada de alimentação, por se tratar de um lanche e não um prato ou um almoço, por exemplo. Nessa perspectiva, a relação qualia formal ternária não está limitada a apenas um modelo de representação, posto que está atrelada à multiplicidade linguística presente na comunicação, dessa maneira, depende do contexto envolvido.

Considerando essas relações ternárias, a modelagem se deu a partir de 62 frames, distribuídos entre frames de interesse primário e secundário e a escolha deles foi baseada no nível de utilidade imediata para o turista. Em outras palavras, a escolha baseou-se na importância que determinados frames, seja de interesse primário ou secundário, teriam para as respostas a serem dadas pelo *chatbot* e, conseqüentemente, para o melhor desempenho para o usuário turista. Dessa forma, o Quadro 9 apresenta os frames escolhidos para a modelagem das relações qualia ternárias.

A partir desses frames selecionados, a modelagem ocorreu com um quantitativo diferenciado para cada relação qualia ternária. Em outras palavras, computou-se um total de 3.518 instâncias de relações qualia ternárias, dentre as quais estão: 2.189 constitutivas, 947 formais, 200 télicas e 182 agentivas. Como

afirmado anteriormente, as relações constitutivas apresentam maior número de frames e, por conseguinte, maior número de relações ternárias.

| | |
|---|------------------------------------|
| 1. Acidente | 32. Modo_de_viver |
| 2. Acomodação | 33. Móveis |
| 3. Alimentação | 34. Negócios |
| 4. Alimentos_e_bebidas | 35. Obter_documento |
| 5. Assistir_a_evento | 36. Pagar_cobrar_serviço_turístico |
| 6. Atividades_do_turista | 37. Partida |
| 7. Atrair_turistas | 38. Partida_do_turista_alojamento |
| 8. Cenário_do_turismo | 39. Partida_do_turista_localidade |
| 9. Cenário_do_turismo_preparação | 40. Pessoas |
| 10. Chegada | 41. Pessoas_por_atividade_de_lazer |
| 11. Chegada_ao_alojamento | 42. Pessoas_por_origem |
| 12. Chegada_ao_destino | 43. Pessoas_por_vocação |
| 13. Contratar_fornecer_serviçoturístico | 44. Planejamento_do_turista |
| o | 45. Polícia |
| 14. Criminalidade | 46. Potencial_turístico |
| 15. Dançar | 47. Prédios |
| 16. Desastre_natural | 48. Relações_pessoais |
| 17. Deslocar-se | 49. Sedar_evento |
| 18. Documentos | 50. Serviço_em_alimentação |
| 19. Emergências | 51. Serviço_turístico |
| 20. Estada | 52. Serviço_turístico_comprar |
| 21. Fazer_câmbio | 53. Serviço_turístico_pagar |
| 22. Fazer_compras | 54. Serviço_turístico_receber |
| 23. Hospedar-se | 55. Serviço_turístico_reservar |
| 24. Infraestrutura | 56. Serviço_turístico_transação |
| 25. Ingestão | 57. Serviço_turístico_vender |
| 26. Ingredientes | 58. Subpartes_de_prédios |
| 27. Locais_naturais | 59. Transporte |
| 28. Locais_políticos | 60. Turismo_de_atração |
| 29. Locais_por_uso | 61. Turismo_de_evento |
| 30. Local | 62. Viagem |
| 31. Meios_de_transporte | |

Quadro 9: Frames selecionados para a modelagem das relações qualia ternárias

A partir da quantidade total de relações, é possível apresentar também o número de instâncias de relações qualia ocorrências em cada frame. Desse modo, o Gráfico 7 apresenta o quantitativo de relações para cada um dos 28 frames com maior número de instâncias, independentemente do tipo. Percebe-se, por esse recorte, que o quantitativo de 3.518 instâncias de relações qualia ternárias, distribuídas em 62 frames tem o potencial de contribuir para um olhar ainda mais apurado quanto aos testes do *chatbot*, posto que, como uma grande parte dos frames que recebeu a modelagem dessas relações está atrelada ao contexto turístico, tais como Alimentos_e_bebidas, Acomodação, Pessoas_por_vocação, Locais_naturais, entre outros, espera-se que essa quantidade de relações contribua para o desenvolvimento do *chatbot*, dado o modo de funcionamento do Sistema de Recomendação apresentado na seção que segue.

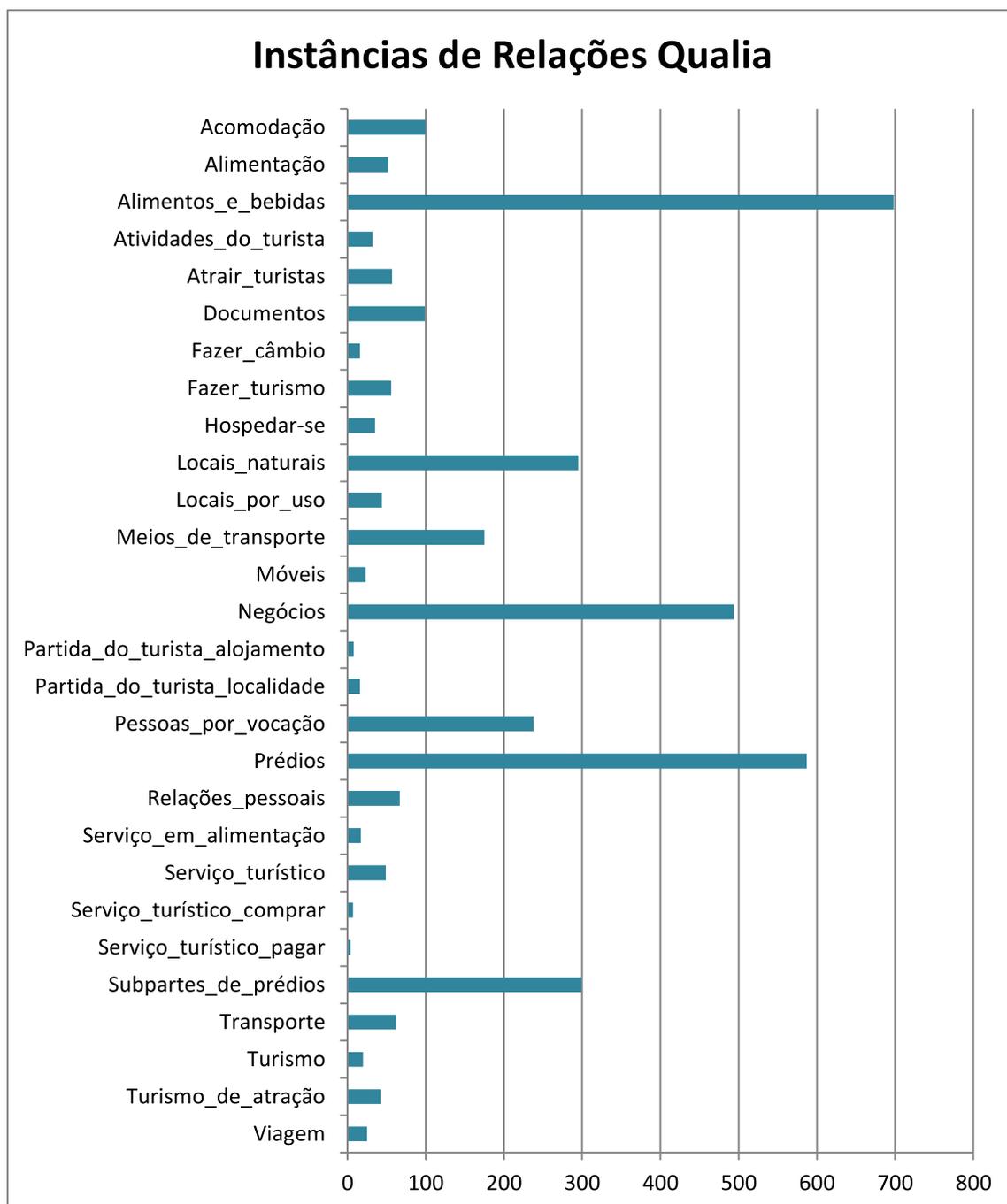


Gráfico 7: Quantitativo de relações qualia ternárias por frame

4.3. O Sistema de Recomendação do m.knob

Conforme já se apontou, o Sistema de Recomendação do m.knob apresenta-se na forma de um *chatbot*, com o qual o usuário pode interagir em língua natural para obter indicações de atrações turísticas. Um exemplo dessa interação pode ser visto na Figura 48.



Figura 48: Interface do Sistema de Recomendação (MARÇÃO, 2018)

O sistema se apresenta na forma de um personagem, o GregBot, que pergunta ao usuário o que ele quer fazer e, dada uma resposta em língua natural, fornece recomendações de locais turísticos que aderem à resposta do usuário. A ideia é estimular o usuário a detalhar a sua necessidade, de modo a obter mais subsídios para a recomendação.

O Sistema de Recomendação funciona sobre duas bases de dados: a da FrameNet Brasil e a do m.knob. A base de dados da FrameNet Brasil é composta por lexemas, unidade lexicais, frames e diversas relações, entre elas asqualia, como apresentado na seção 2.2 deste trabalho. Por outro lado, a base de dados do m.knob é composta por um conjunto de dados sobre locais turísticos das cidades cobertas pelo aplicativo. Tais dados foram obtidos através da API do Google Places e resultam em estruturas como a apresentadana Tabela 7.

| Tipo de Estrutura | Dado |
|-------------------|---|
| Place_id | ChIJ58MVZlp_mQARIHvZTsIR8wM |
| Nome | Museu de Arte do Rio |
| Tipo | Museu de arte |
| Descrição | Mostras exclusivas de arte brasileira em um extraordinário complexo de arquitetura histórica e moderna. |
| Comentário | <ol style="list-style-type: none"> 1. 'Opinião, claro que subjetiva, mas deixa a desejar! Há 4 anos, quando visitei o MAR pela primeira vez, havia inúmeros quadros que representavam as paisagens do Rio através dos séculos. Agora, não a nada mais do que lixo criado por vagabundos e maconheiros que não agregam nada a sociedade e dizem q fazem arte.' 2. 'LegallImpressionante a maquete que representa uma das comunidades do Rio de Janeiro, a estrutura está localizada no térreo.Quem tiver a oportunidade de conhecer este museu, não deixe de visitar também o museu do Amanhã localizado a poucos metros deste.' 3. 'O museu e a zona portuária revitalizada onde está localizado são lindos. Vale muito a pena ir de VLT. A exposição fixa é bacana, busca trazer conscientização sobre a preservação de recursos naturais.' 4. 'O restaurante é muito bom. Caro, sim... Mas, pratos bem feitos e uma vista espetacular.O museu em si é sofrível. Talvez seja o meu conceito de beleza que não esteja atualizado...Mas, com todo respeito... Um espaço incrível sendo literalmente desperdiçado com exposições vazias de pseudo-arte. Realmente lamentável.' 5. 'Muito gostoso para passar a tarde ou manhã. Tem um restaurante excelente com uma vista simplesmente incrível do Rio de Janeiro em cima e um café super gostoso em baixo. Quero voltar na próxima ida ao Rio.' |

Tabela 7: Estrutura dados do m.knob

Como apresentado pela Tabela 7, os dados presentes na base do m.knob são de diferentes naturezas, o primeiro, “place_id”, se refere ao identificador do local sobre o qual há comentários de usuários, dessa forma, “Museu de Arte do Rio” apresentará sempre esse identificador. Em sequência, o nome e o tipo se referem, respectivamente, ao nome do local e a classificação dele, a qual é atribuída diretamente pelo Google Places. Em seguida, é apresentada uma breve descrição da atração turística e os comentários acerca dela.

A partir dessas informações, daquelas presentes no léxico da FN-Br e das relações entre elas, o processamento do Sistema de Recomendação pode ser resumido conforme a Figura 49.

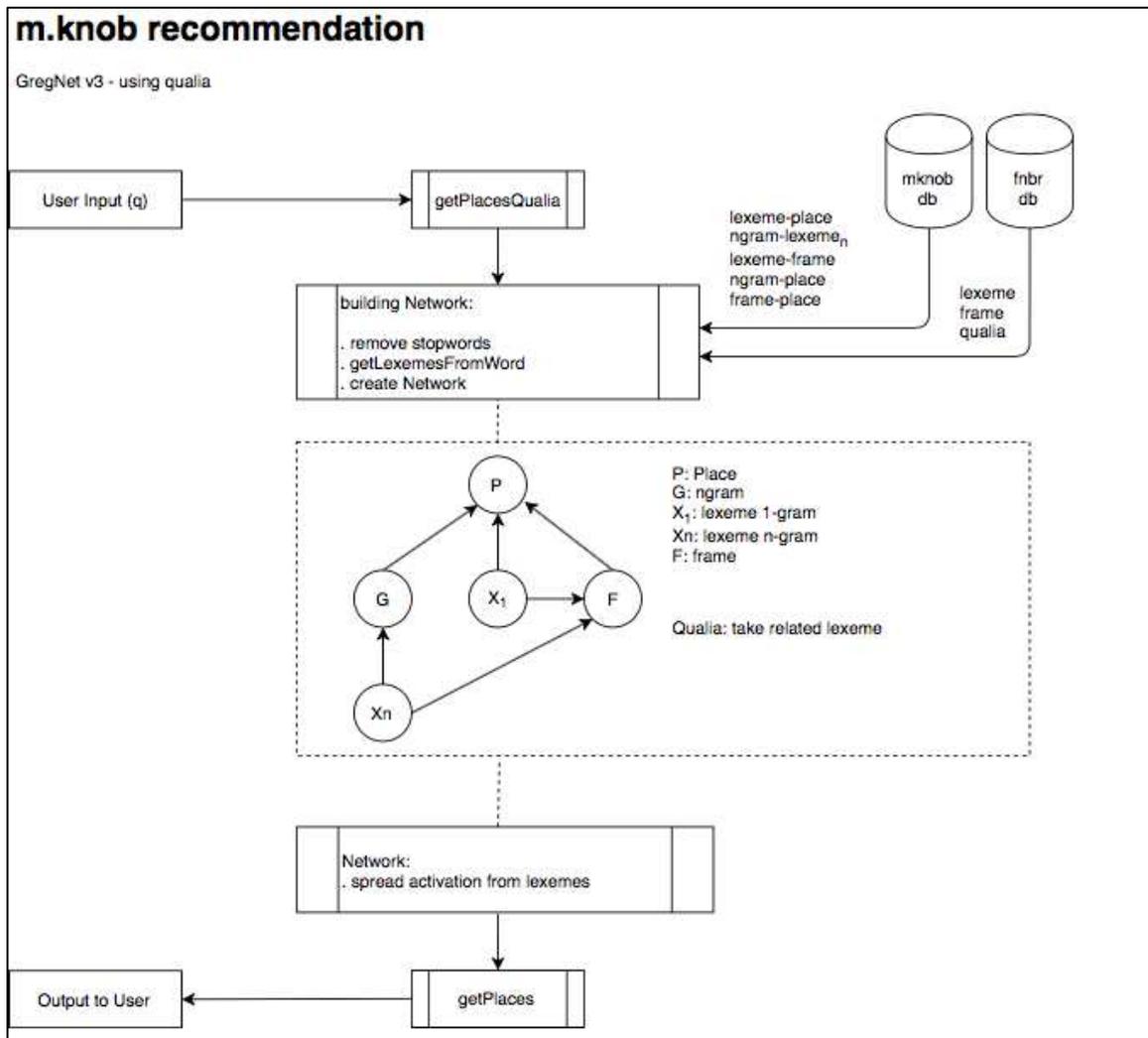


Figura 49: Processamento no Sistema de Recomendação

A partir da Figura 49, é possível observar como ocorre o fluxo do processamento do Sistema de Recomendação. Nesse contexto, inicia-se o processo a partir do *input* do usuário (User Input), por exemplo, quando o turista digita uma sentença como “Quero comer feijoada”. Através desse *input*, os dados são processados na ferramenta “Get Places Qualia” a qual tem como função a construção de uma rede de ativação que resolverá a recomendação. Na implantação dessa rede, há a exclusão das “stopwords”, as quais se caracterizam por ser palavras funcionais, isto é, são excluídos nessa fase de processamento todas preposições, pronomes, conjunções e até mesmo pontuação. Após a exclusão desses elementos, são gerados lexemas a partir das palavras utilizadas no *input* do usuário. A título de exemplo, se o turista digita “Quero conhecer museus para levar crianças”, são selecionadas as palavras “Quero”, “conhecer”, “museus”, “levar” e “crianças” e são transformados em lexemas todas palavras, inclusive aquelas que apresentam variação de gênero e/ou número, tais como “museus” – muda para “museu” – e “crianças” – muda para “criança”. Nessa perspectiva, a transformação em lexema garante um modelo único de palavra, indiferente a qualquer tipo de flexão, seja de número, seja de gênero.

Ainda em relação à geração de lexemas, o Sistema de Recomendação considera, como consulta, as duas bases de dados exemplificadas anteriormente: a da FN-Br e a do m.knob. Nesse contexto, a consulta à base de dados da FN-Br fornece informações como unidades lexicais, frames e qualia, justificando, por exemplo, a grande importância da identificação dos frames de interesse primário e secundário – expostos na seção 3.1 – e a proposição das relações qualia ternárias – apresentada na seção 3.2. Tais tarefas, realizadas nesta dissertação de mestrado, ampliaram a base da FN-Br e a adensaram, de modo a torná-la, como representação semântica, mais abrangente e mais granular. Além da consulta à FN-Br, o sistema realiza uma análise na base de dados do m.knob, posto que esta apresenta os dados sobre os locais a serem recomendados.

Nessa perspectiva, é na correlação entre essas duas bases que é reconhecido de que forma determinada atração turística relaciona-se a um *input* utilizado pelo usuário. Por exemplo, se um viajante digita “Quero visitar um museu de arte”, é através da base de dados do m.knob que surge a relação entre o lema *museu de arte.n* e a classificação de um dado local como um museu pelo Google

Places, considerando o tipo deste, tal qual apresentado na Tabela 7. Essa conexão entre os dados se dá a partir da relação lexema-place, como apontado na Figura 49.

Além da relação lexema-place, há a relação lexema-n-gram, a qual é fundamental para analisar, por exemplo, uma palavra como “café da manhã”. Desse modo, o levantamento dos n-grams, apresentado na seção 3.1, teve como finalidade principal garantir que expressões como a citada fossem consideradas no todo e não separadamente. Assim, caso o *input* do usuário contenha “café da manhã”, ao invés de as palavras “café” e “manhã” serem processadas separadamente, o que seria decorrente do pré-processamento descrito acima, a existência da relação lexema-n-gram permite que, na presença de qualquer dos lexemas que venham a compor um dos n-grams levantados, no âmbito deste trabalho, a partir do corpus de comentários, a expressão como um todo também será ativada como um todo.

Além das relações centradas nos aspectos formais do *input*, há outras relações que contribuem para a seleção dos dados tais como lexema-frame, n-gram-place e frame-place. Assim, ainda considerando a Figura 49, é possível observar que os lexemas, sejam aqueles formados por um gram, como *cerveja.n* ou aqueles formados por n-grams, como *café da manhã.n*, estão relacionados aos frames, que, por sua vez, relacionam-se aos locais recomendados (places) pelo *chatbot*.

Ainda nessa relação entre lexemas-frame-place, são apresentadas as relações qualia ternárias, que servem como mediadoras dessa conexão, enriquecendo ainda mais o processamento, na medida em que, na ausência de um dado lexema, presente no *input*, na base m.knob, o sistema pode ainda assim chegar a um objeto de recomendação indiretamente. A título de exemplo, se o usuário, ao pedir recomendações sobre Juiz de Fora, digitar uma sentença como “Quero correr na orla”, receberá como recomendação parques. Isso ocorrerá porque, uma vez que Juiz de Fora não tem uma orla – e essa palavra não vai aparecer nos comentários sobre os locais turísticos – as relações qualia ligarão esse lexema a outros, como *natureza.n*. A ideia, aqui, é a de simular o comportamento de um humano, que, na falta de uma recomendação que tenha total aderência ao pedido do turista, possa recomendar algo mais aproximado. Desse modo, as relações semânticas entre todos esses elementos – lexemas, frame, place, qualia – são essenciais para o aprimoramento do sistema. Ao final do processo, é formada uma rede de ativação (spread activation – vide MATOS, 2014 para detalhes) através dos

lexemas presentes no *input* do usuário, gerando a recomendação das atrações turísticas (Get Places) ao turista (*Output to User*).

Um problema da base m.knob é a impossibilidade de se homogeneizar o número de comentários por local a ser recomendado. Assim, há locais com mais de 500 comentários, enquanto para outros não há mais de 5. Uma consequência óbvia desse fato é a de que locais com muitos comentários têm uma diversidade maior de estruturas linguísticas que podem ser ativadas pelo *input* do usuário. Assim, tenderão a ser recomendados qualquer que seja o *input*. Para amenizar esse problema, o *score* de ativação atribuído a cada local é ponderado a partir do número de links que levam à sua ativação na rede que é construída. Quanto mais links, menor o peso de cada um deles. Isso representa uma tentativa, pensada pela equipe de desenvolvimento da FN-Br, de compensar a discrepância entre o número de comentários em cada lugar.

Além disso, aproveita-se também a estrutura já fornecida pelo Google Places, uma vez que ela classifica os locais em tipos. Assim, se o *input* do usuário ativar elementos linguísticos que estão no campo Tipo da Tabela 7, tal ativação terá o dobro de peso das demais.

Na seção seguinte, apresentamos os resultados do teste realizado com três versões do Sistema de Recomendação: uma que leva em consideração apenas lexemas e n-grams (ou seja, apenas o polo formal); uma que considera uma representação semântica menos refinada (ou seja, apenas frames); e outra que faz uso de uma representação semântica mais refinada (frames e qualia), no intuito de testar a hipótese de que o adensamento das relações na base de dados contribui para a melhoria do sistema.

5. TESTE DE DESEMPENHO DO SISTEMA DE SUGESTÃO AUTOMÁTICA DE ATRAÇÕES TURÍSTICAS BASEADO EM FRAMES E QUALIA

Neste capítulo, apresentamos e discutimos os resultados do teste de desempenho do Sistema de Recomendação do m.knob. Para tanto, detalhamos o teste de julgamento de probabilidade das sentenças construídas para o teste de desempenho e, posteriormente, discorremos sobre as respostas dadas pelo *chatbot* a esses *inputs*.

5.1 Teste de Julgamento de Probabilidade das Sentenças

Antes de apresentar o teste de desempenho do sistema de recomendação, é fundamental retomar as sentenças utilizadas neste teste, apresentadas no capítulo 3. Buscou-se aproximar ao máximo o contexto de interação do usuário turista com o *chatbot*, portanto, para criar as sentenças, foram considerados os seguintes critérios: (i) o formato das sentenças em “Quero + VInf + (outras estruturas como ObjD)”; (ii) os verbos utilizados, os quais foram retirados de corpus de comentários de turistas; e (iii) o grau de probabilidade das sentenças avaliado por participantes através de um questionário. Dessa forma, foram criadas as 31 sentenças dispostas no Quadro 10.

Para cada sentença, o participante deveria avaliar seu grau de probabilidade em uma interação com o *chatbot*, através dos níveis 1 a 5, em que o 1 compreenderia a alta improbabilidade, enquanto que o grau 5 representaria a alta probabilidade. Além disso, como apontado no capítulo de Metodologia, esse teste foi realizado com pesquisadores e bolsistas do Laboratório FrameNet Brasil e o total de participantes foram 16 pessoas. É fundamental ressaltar que esses participantes deveriam julgar as sentenças não por suas próprias experiências ou por aquilo que desejariam perguntar ao *chatbot*, mas sim deveriam pensar se seriam sentenças prováveis para qualquer turista que precisasse de qualquer recomendação. Como ponto de corte, definiu-se que seriam consideradas prováveis as sentenças cuja maioria dos julgamentos se concentrasse nos graus 4 e 5 da escala.

1. Quero visitar museus com meus filhos.
2. Quero comer tacacá.
3. Quero comer torresmo.
4. Quero estar em contato com a natureza.
5. Quero conhecer atrações culturais.
6. Quero passear ao ar livre.
7. Quero jantar com meu marido.
8. Quero conhecer uma boate.
9. Quero sair à noite com meus amigos.
10. Quero visitar museus com meus pais idosos.
11. Quero comer churrasco com a minha família.
12. Quero ir a shows.
13. Quero beber com meus amigos.
14. Quero comprar presentes para a minha família.
15. Quero sair ao ar livre.
16. Quero visitar parques naturais com meus filhos.
17. Quero visitar locais para levar crianças.
18. Quero me hospedar em um hotel.
19. Quero comer em um restaurante com pratos típicos.
20. Quero comer pão de queijo.
21. Quero conhecer um museu de arte.
22. Quero comer comida japonesa.
23. Quero curtir cachoeiras.
24. Quero curtir a noite com minha esposa.
25. Quero me hospedar em um hotel fazenda.
26. Quero comer feijoada.
27. Quero conhecer os bares da cidade.
28. Quero tomar um café com um amigo.
29. Quero ter um jantar romântico com minha esposa.
30. Quero comer hambúrguer com meus amigos à noite.
31. Quero comer pizza.

Quadro 10: Sentenças avaliadas no questionário

Dessa forma, a Tabela 8 apresenta os resultados do teste de julgamento de probabilidade, em ordem decrescente, conforme os 16 participantes.

| Sentenças | Julgamentos 4 e 5 |
|---|--------------------------|
| Quero sair à noite com meus amigos. | 100% |
| Quero conhecer uma boate. | 100% |
| Quero conhecer os bares da cidade. | 100% |
| Quero estar em contato com a natureza. | 93,8% |
| Quero comer feijoada. | 93,8% |
| Quero ir a shows. | 87,5% |
| Quero beber com meus amigos. | 87,5% |
| Quero visitar locais para levar crianças. | 87,5% |
| Quero me hospedar em um hotel. | 87,5% |
| Quero comer em um restaurante de pratos típicos. | 87,5% |
| Quero conhecer um museu de arte. | 87,5% |
| Quero comer hambúrguer com meus amigos à noite. | 87,5% |
| Quero conhecer atrações culturais. | 81,3% |
| Quero passear ao ar livre. | 81,3% |
| Quero sair ao ar livre. | 81,3% |
| Quero visitar parques naturais com meus filhos. | 81,3% |
| Quero jantar com meu marido. | 81,3% |
| Quero comer comida japonesa. | 81,3% |
| Quero me hospedar em um hotel fazenda. | 81,3% |
| Quero tomar um café com um amigo. | 81,3% |
| Quero comer pão de queijo. | 75% |
| Quero comer torresmo. | 75% |
| Quero visitar museus com meus filhos. | 75% |
| Quero curtir cachoeiras. | 75% |
| Quero curtir a noite com a minha esposa. | 75% |
| Quero ter um jantar romântico com a minha esposa. | 68,8% |
| Quero comprar presentes para a minha família. | 62,5% |
| Quero comer um churrasco com a minha família. | 56,3% |
| Quero visitar um museu com meus pais idosos. | 31,3% |
| Quero comer tacacá. | 26% |

Tabela 8: Grau de probabilidade das sentenças segundo os participantes do teste

Pela Tabela 8, nota-se que 28 das 30 sentenças foram julgadas como muito prováveis pelos participantes do teste. Por outro lado, as sentenças “Quero comer tacacá” e “Quero visitar museus com meus pais idosos”, foram julgadas como improváveis. A rejeição a essas sentenças pode ser explicada mediante dois motivos diferentes: a relação entre a comida típica e a região dos participantes e a experiência familiar deles. Em relação à primeira sentença “Quero comer tacacá”, o alto nível de improbabilidade deve-se ao prato típico ser relativo à região Norte e não

algo comum na região Sudeste como no Rio de Janeiro ou em Juiz de Fora. Dessa forma, compreende-se que os participantes entendem essa sentença como algo improvável em uma região em que esse não é o prato típico. Por outro lado, em relação à segunda sentença “Quero visitar museus com meus pais idosos”, ela foi considerada improvável por talvez estar inserida em um contexto em que os próprios participantes não a utilizariam com o aplicativo, compreendendo uma experiência pessoal distinta do que seria comum a eles.

Outro ponto importante desse questionário foi o espaço disponibilizado para que os participantes fizessem sugestões de sentenças para este trabalho. Desse modo, as sugestões foram relacionadas à forma como o usuário se comunicaria – como a não utilização do verbo “quero” antes do verbo principal ou iniciar a sentença com “Onde”, por exemplo – até com os tipos de locais ou alimentos desejados – como “Quero comer uma pizza”. Nesse contexto, essa última sugestão foi utilizada para os testes, uma vez que seguia o padrão sentencial estabelecido. Portanto, o conjunto de sentenças testado continha 29 instâncias.

5.2 Teste do Sistema de Recomendação

Com base no questionário realizado pelos participantes, 29 sentenças foram utilizadas no teste do Sistema de Recomendação – as duas sentenças julgadas como pouco prováveis foram excluídas e a sentença “Quero comer uma pizza”, sugerida por participantes do teste foi incluída. Esse teste teve como objetivo principal aferir o efeito que diferentes níveis de representação poderiam ter sobre o desempenho do *chatbot*, considerado o mesmo conjunto de sentenças. Para cumprir tal objetivo, o teste foi modulado segundo dois critérios: o da cidade onde estão os locais a serem recomendados – se Rio de Janeiro ou Juiz de Fora – e o do emprego ou não de representações semânticas com diferentes granularidades no processamento. O desenho experimental é resumido no Quadro 11.

| ↓Cidade/Representação→ | Lexema + N-gram | Lexema + N-gram + Frame | Lexema + N-gram + Frame + Quale |
|------------------------|-----------------|----------------------------|------------------------------------|
| Juiz de Fora | 29 sentenças | 29 sentenças | 29 sentenças |
| Rio de Janeiro | 29 sentenças | 29 sentenças | 29 sentenças |

Quadro11: Desenho experimental

Antes de apresentar os resultados, é importante compreender a forma em que os dados produzidos pelo Sistema de Recomendação são apresentados e como ela é organizada. Desse modo, a Figura 50 apresenta um exemplo utilizado no Sistema de Recomendação do Rio de Janeiro com a sentença “Quero conhecer um museu de arte”.

| GregNet/RJ - Recommendation Network for Greg at RJ | | | | |
|---|-----------------------------|---------------------------------------|-----------------------|-----------------------------------|
| Text: <input type="text" value="Quero conhecer um museu de arte"/> <input type="button" value="Get Places"/> <input type="button" value="Process Net"/> // <input type="button" value="Get Places Qualia"/> <input type="button" value="Process Net Qualia"/> | | | | |
| conhecer_51=15, arte_7933=15, museu_44953=15 | | | | |
| Show 50 entries | | | | Search: <input type="text"/> |
| Value | place_id | name | type | lexemes |
| 5.88477224083414 | ChIJ58MVZlp_mQARIHvZTsIR8wM | Rio Art Museum | Museu de arte | conhecer_51,arte_7933,museu_44953 |
| 4.468493505882147 | ChIJc5UuIB-mQARwJ6ILEVPxVQ | National History Museum | Museu histórico | conhecer_51,arte_7933,museu_44953 |
| 3.5018591120968963 | ChIJqeJXMWB_mQARjAMkA0Ma-p4 | Museu Nacional de Belas Artes | Museu | conhecer_51,arte_7933,museu_44953 |
| 3.1617702159686645 | ChIJUTDHPoB_mQARATxqvy10AFQ | Catete Palace: Museum of the Republic | Museu histórico local | conhecer_51,arte_7933,museu_44953 |
| 2.8461792487988222 | ChIJUSQw7WF_mQARQKXFPmK9_6A | Municipal Theater of Rio de Janeiro | Teatro | conhecer_51,arte_7933,museu_44953 |
| 2.774627752966391 | ChIJUSgMNtmBmQARXlhu6uypMK4 | Modern Art Museum | Museu de Arte Moderna | conhecer_51,arte_7933,museu_44953 |

Figura50: Dados do teste no Sistema de Recomendação do Rio de Janeiro

Na Figura 50, a partir da sentença, são retornadosos seguintes dados, organizados em colunas:

- Valor (Value), o qual se refere ao peso de ativação do *place*, considerando o material linguístico encontrado;
- Place_id: o identificador do local recomendado na base de dados do Google Places;
- Nome (Name): o nome da atração indicada;
- Tipo (Type): o tipo da atração, por exemplo, se é um museu histórico, de arte ou militar, também segundo a base do Google Places;
- Lexemas (Lexemes):as palavras que são ativadas na rede, as quais se relacionam diretamente às palavras apresentadas nas sentenças, isto é, nos comentários, para o caso em que a busca não considera as relações qualia, ou indiretamente, quando as relações qualia são utilizadas, e ainda os frames ativados, quando os itens nessa coluna são precedidos de “frm_”.

A interface na Figura 50 pode ser acessada em <http://server2.framenetbr.ufjf.br/maestro3/index.php/mknob/view/gregnet> para os locais de Juiz de Fora, e em <http://server2.framenetbr.ufjf.br/maestro3/index.php/mknob/view/gregnetrj> para os locais do Rio de Janeiro.

Uma vez compreendidos os dados retornados no teste, passemos à avaliação do sistema em cada um dos seis cenários apresentados no Quadro 11. Na seção 5.2.1, analisa-se o impacto do uso de uma representação semântica menos granular (frames) em comparação a nenhuma representação. Já na seção 5.2.2, compara-se o desempenho da representação semântica mais granular (frames e qualia) com uma abordagem apenas formal.

5.2.1 Avaliação da Representação Semântica Baseada Exclusivamente em Frames

Primeiramente, buscou-se avaliar se a presença ou ausência de cada nível de representação semântica impactava os resultados. A avaliação das recomendações apresentadas foi aferida qualitativamente pela própria pesquisadora, que conhece as cidades envolvidas no teste. O Quadro 12 apresenta os quantitativos de sentenças em que houve diferença nos objetos recomendados, tomando-se como linha de base o desempenho do sistema no cenário em que se consideram apenas os aspectos formais do texto (coluna Lexema + N-gram).

| ↓Cidade/Representação→ | Lexema + N-gram | Lexema + N-gram + Frame | Lexema + N-gram + Frame + Quale |
|------------------------|------------------|-------------------------|---------------------------------|
| Juiz de Fora | <i>base line</i> | 4 sentenças | 17 sentenças |
| Rio de Janeiro | <i>base line</i> | 4 sentenças | 21 sentenças |

Quadro12: Resultados do teste quanto à alteração de objetos recomendados considerando-se o emprego ou não de representações semânticas de diferentes granularidades

Colocando o foco, primeiramente, nas quatro sentenças em que houve mudanças na recomendação causada pelo emprego de frames, é importante ressaltar que se tratam das mesmas quatro sentenças para ambas as cidades, as quais são apresentadas de (33) a (36).

(33) Quero comprar presentes para a minha família.

- (34) Quero curtir cachoeiras.
 (35) Quero me hospedar em um hotel fazenda.
 (36) Quero visitar parques naturais com meus filhos.

Tomando-se a sentença (36) como exemplo, observem-se os dados na Tabela 9²³ que apresenta os dados obtidos em cada um dos dois cenários para cada uma das duas cidades.

| Dados do Rio de Janeiro – sem representação semântica | | | |
|--|--------------------------------------|-----------------|--|
| Value | Name | Type | Lexemes |
| 3.216507382974515 | Parque Nacional Tijuca | Parque nacional | visitar_21,filho_932,natural_45238,parque_47731 |
| 3.1370843233609778 | Municipal Cultural Centre Ruins Park | Centro cultural | visitar_21,filho_932,parque_47731,meu_43402 |
| 3.126974031359327 | Fundação Riozoo | Zoológico | visitar_21,filho_932,natural_45238,parque_47731,filho_31396 |
| 3.104606357092971 | Parque dos Patins | Parque | visitar_21,filho_932,natural_45238,parque_47731,filho_31396 |
| 3.0375033342939046 | Municipal Park Catacomb | Parque | visitar_21,filho_932,natural_45238,parque_47731,filho_31396 |
| Dados do Rio de Janeiro – somente frames | | | |
| Value | Name | Type | Lexemes |
| 4.057693997998245 | Parque Nacional Tijuca | Parque nacional | visitar_21,filho_932,natural_45238,parque_47731,frm_businesses_337 |
| 3.978270938384709 | Municipal Cultural Centre Ruins Park | Centro cultural | visitar_21,filho_932,parque_47731,meu_43402,frm_businesses_337 |
| 3.968160646383058 | Fundação Riozoo | Zoológico | visitar_21,filho_932,natural_45238,parque_47731,filho_31396 |

²³ A coluna Place_Id foi removida por não ser relevante para o usuário humano.

| | | | |
|--|-------------------------------------|------------------|--|
| | | | ural_45238,parque_47731,filho_31396,frm_businesses_337 |
| 3.945792972116702 | Parque dos Patins | Parque | visitar_21,filho_932,natural_45238,parque_47731,filho_31396,frm_businesses_337 |
| 3.878689949317635 | Municipal Park Catacomb | Parque | visitar_21,filho_932,natural_45238,parque_47731,filho_31396,frm_businesses_337 |
| Dados de Juiz de Fora – sem representação semântica | | | |
| Value | Name | Type | Lexemes |
| 1.749724627899036 | Parque Do Museu Mariano Procópio | Parque | visitar_21,natural_45238,parque_47731 |
| 1.7150369168182102 | Lajinha Park | Parque | visitar_21,parque_47731,filho_31396 |
| 1.4689298453385322 | Santa Cruz Shopping | Shopping center | visitar_21,parque_47731,filho_31396 |
| 1.3122934709242768 | Câmara Municipal de Juiz de Fora | Câmara Municipal | visitar_21,parque_47731 |
| 1.3122934709242768 | Museu Mariano Procópio – MAPRO | Museu | visitar_21,parque_47731 |
| Dados de Juiz de Fora – somente frames | | | |
| Value | Name | Type | Lexemes |
| 2.5909112429227665 | Parque Do Museu Mariano Procópio | Parque | visitar_21,natural_45238,parque_47731,frm_businesses_337 |
| 2.5562235318419413 | Lajinha Park | Parque | visitar_21,parque_47731,filho_31396,frm_businesses_337 |
| 2.3101164603622633 | Santa Cruz Shopping | Shopping center | visitar_21,parque_47731,filho_31396,frm_businesses_337 |
| 2.153480085948008 | Museu Mariano Procópio – MAPRO | Museu | visitar_21,parque_47731,frm_businesses_337 |
| 1.8726853033875042 | Sesc Hospedagem | NA | visitar_21,parque_47731,filho_31396,frm_businesses_337 |

Tabela 9: Dados do teste com a sentença “Quero visitar parques naturais com meus filhos”

A partir da Tabela 9, observa-se, inicialmente, a diferença dos contextos com e sem representação semântica. Nesse contexto, percebe-se de forma clara como os dados tanto da cidade do Rio de Janeiro quanto de Juiz de Fora, em um contexto sem frames e sem relações qualia, apresenta baixo peso (Value) e pouquíssimos lexemas, estabelecendo poucas associações entre os dados. A diferença, principalmente do valor, é algo importante, posto que, quanto maior o peso, maior o número de relações. Desse modo, observa-se que, no contexto sem representação semântica, o ponto divergente é a recomendação, para a cidade de Juiz de Fora, da Câmara Municipal (sem representação) em contraste com a recomendação do Museu Mariano Procópio (com representação), o qual está inserido em um parque e, portanto, o sistema de recomendação parece melhorar seu desempenho, ao indicar essa atração.

Entretanto, uma análise mais detalhada dos dados aponta para uma falsa melhora. O frame evocado é o de *Businesses*, o qual foi ativado pela presença do lexema *natural.adj* no *input*. Tal ativação só se deu, porém, porque há, no frame em questão a UL polilexêmica *loja de produtos naturais.n*. Curiosamente, porém, o lexema *natural.adj* também compõe a UL polilexêmica *reserva natural.n* do frame de *Locais_naturais*, frame este que, se tivesse sido ativado no processo, geraria recomendações muito mais relevantes.

Uma investigação detalhada deste caso, mostrou um erro na base de dados lexicais da FrameNet Brasil. Quando se criou a UL polilexêmica *loja de produtos naturais.n*, o lexicógrafo que o fez associou erroneamente a esta UL um lexema *naturais.adj*, que viola o padrão da não-flexão, mas que foi utilizado no pré-processamento dos comentários e armazenado na base do m.knob. Assim, nota-se um dos grandes desafios do uso de representações semânticas complexas como a FrameNet Brasil: o da manutenção da consistência de uma base de dados vasta para a qual contribuem um grande número de pessoas, através de processos complexos e e passíveis de erro. Nesse contexto específico, de modo a buscar uma maior automatização, uma sugestão de melhoria seria considerar as ULs polilexêmicas somente quando todos os lexemas estiverem presentes na base de dados; ou então não considerar os lexemas dessas ULs polilexêmicas por si só, caso elas sejam instanciadas, dessa forma, no momento da criação dessas ULs polilexêmicas na base de dados, o analista deve inseri-las como uma entrada de

dicionário. Em outras palavras, nessa segunda sugestão, o pesquisador deve considerar a UL polilexêmica como uma unidade homogênea, dessa maneira, um exemplo seria *café da manhã.n*, que seria considerado único e não desmembrado em *café.n* e em *manhã.n*, sendo investigado a partir uma entrada de dicionário.

Nos demais casos, presentes nas sentenças de (33) a (35) os frames ativados foram os esperados, mas a melhora na recomendação, em especial para a cidade de Juiz de Fora, em que há menos comentários por local turístico, não foi digna de nota. Isso se deve, majoritariamente, ao fato de que, no modelo atual do Sistema de Recomendação, os frames só são ativados caso o sistema não ache correspondências diretas entre lexemas no *input* e aqueles nos comentários sobre as atrações, o que reduz muito o papel dos frames. Ademais, um uso adequado dessa representação, requereria que, quando do pré-processamento tanto do *input* quanto dos comentários sobre cada local a ser recomendado, fosse feita a desambiguação dos lexemas polissêmicos, associando apenas os frames adequados a cada texto. Retornaremos a essa discussão nas conclusões do trabalho. Agora, passemos à análise do desempenho do sistema quando consideradas as relações qualia ternárias.

5.2.2 Avaliação da Representação Semântica Baseada em Frames e Qualia

Tomando como segundo ponto a análise das diferentes representações semânticas – frames e relações qualia – nos contextos de Juiz de Fora e do Rio de Janeiro, percebe-se que as relações qualia produzem maior peso e mais lexemas, visto que funcionam como mediadoras nas relações entre ULs e, indiretamente, frames, como já apontado anteriormente. Embora mobilizem mais dados, as relações qualia nem sempre melhoraram o desempenho do sistema, conforme se expõe no Gráfico 8.

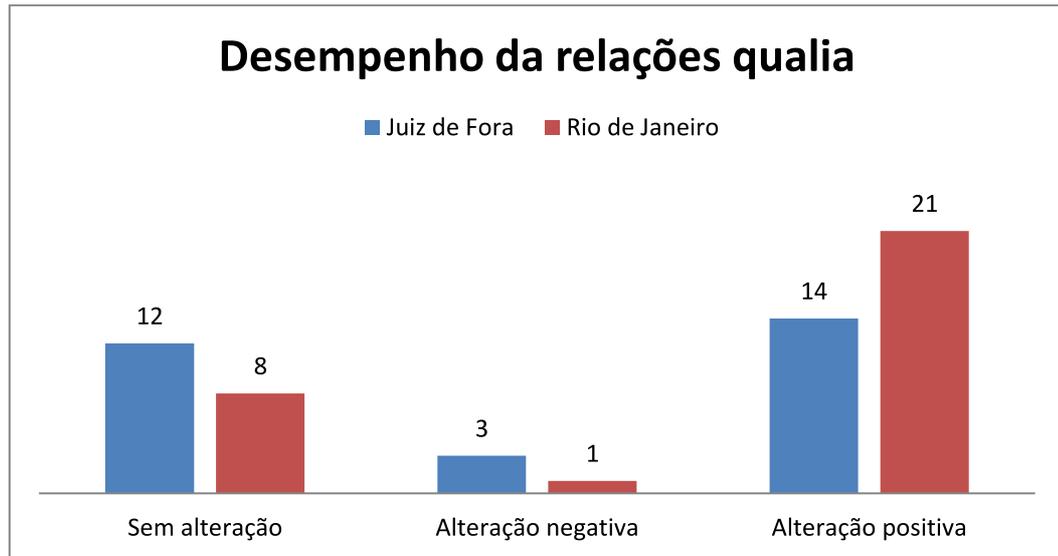


Gráfico 8: Desempenho das relações qualia no teste do Sistema de Recomendação

A partir do Gráfico 8, é possível observar o grande diferencial das relações qualia para a melhoria do Sistema de Recomendação. Dessa maneira, considerando esse aspecto, tanto no contexto de Juiz de Fora quanto no do Rio de Janeiro, as sentenças nas quais essa representação semântica apresentou desempenho negativo foram poucas, sendo apenas três em Juiz de Fora e uma no Rio de Janeiro, sendo que as cidades apresentaram em comum a sentença “Quero visitar parques naturais com meus filhos” como ponto negativo, o que pode ser explicado pelo mesmo erro de modelagem apontado anteriormente. Por outro lado, houve um número considerável de sentenças em que as relações Qualia não fizeram diferença, sendo 8 no contexto carioca e 12 no juizforano. Assim, Juiz de Fora e Rio de Janeiro obtiveram em comum tal desempenho neutro nas sentenças (37) a (44).

- (37) Quero estar em contato com a natureza.
- (38) Quero jantar com meu marido.
- (39) Quero sair à noite com meus amigos.
- (40) Quero beber com meus amigos.
- (41) Quero ir a shows.
- (42) Quero sair ao ar livre.
- (43) Quero ter um jantar romântico com minha esposa.
- (44) Quero comer hambúrguer com meus amigos à noite.

O principal ponto a ser considerado é o desempenho positivo das relações qualia, posto que, nos testes relativos ao Rio de Janeiro, são 21 sentenças que representam uma melhoria nas recomendações e, nos testes de Juiz de Fora, são 14. As duas cidades apresentam em comum tal desempenho para as sentenças (45) a (58).

- (45) Quero comer churrasco com minha família.
- (46) Quero comprar presentes para a minha família.
- (47) Quero curtir cachoeiras.
- (48) Quero comer feijoada.
- (49) Quero comer pizza.
- (50) Quero comer torresmo.
- (51) Quero conhecer atrações culturais.
- (52) Quero visitar locais para levar crianças.
- (53) Quero me hospedar em um hotel.
- (54) Quero comer pão de queijo.
- (55) Quero conhecer um museu de arte.
- (56) Quero curtir a noite com minha esposa.
- (57) Quero me hospedar em um hotel fazenda.
- (58) Quero tomar um café com um amigo.

Por motivos de espaço, não detalharemos a análise de todas as sentenças, mas apenas daquelas cinco que apresentaram alta discrepância no que tange à relação frame e qualia. A sentença (45) foi uma das que apresentou melhores resultados quanto ao uso das relações qualia ternárias nos testes. A Tabela 10 apresenta os dados, tanto dos testes no Rio de Janeiro quanto em Juiz de Fora.

| Dados do Rio de Janeiro – somente frames | | | |
|---|------------------------|--------------|---|
| Value | Name | Type | Lexemes |
| 4.555856857744909 | Fundação Riozoo | Zoológico | comer_381,churrasco_15054,família_30676,minha_43694 |
| 3.93691547009 | Quinta da Boa | Parque | comer_381,família_30676 |
| 2.9162728544156247 | Fogo de Chão Brazilian | Churrascaria | comer_381,churrasco_ |

| | | | |
|--|-----------------------------------|-----------------|--|
| | Steakhouse | | 15054,família_30676,minha_43694 |
| 2.8545581228964085 | Bar e Restaurante Urca | Restaurante | comer_381,família_30676,minha_43694 |
| 2.754561461470347 | Parque dos Patins | Parque | comer_381,família_30676 |
| Dados do Rio de Janeiro – frames e qualia | | | |
| Value | Name | Type | Lexemes |
| 6.612600226520326 | Fogo de Chão Brazilian Steakhouse | Churrascaria | comer_381,brasileiro_1719,carne_13599,churrascaria_15053,churrasco_15054,restaurante_64481,família_30676,minha_43694 |
| 5.862900349282155 | Churrascaria Palace | Restaurante | comer_381,carne_13599,churrascaria_15053,churrasco_15054,família_30676,restaurante_64481,minha_43694 |
| 5.828780500070202 | Fundação Riozoo | Zoológico | comer_381,brasileiro_1719,churrasco_15054,família_30676,restaurante_64481,minha_43694 |
| 5.209839112424206 | Quinta da Boa Vista | Parque | comer_381,brasileiro_1719,família_30676,restaurante_64481 |
| 4.724445468354938 | CasaShopping | Shopping center | comer_381,carne_13599,churrascaria_15053,churrasco_15054,restaurante_64481,família_30676,minha_43694 |
| Dados de Juiz de Fora – somente frames | | | |
| Value | Name | Type | Lexemes |
| 1.746637719389497 | Churrascaria Potencia do Sul | Churrascaria | comer_381,churrasco_15054 |
| 1.4890877747920692 | Berttus | Restaurante | comer_381,minha_43694 |
| 1.2309907748177686 | Mr. Tugas | Pizzaria | comer_381,família_30676 |

| 1.080118618981958 | restaurante cantinho da cachoeira | Restaurante | comer_381,família_30676 |
|---|-----------------------------------|--------------|--|
| 1.0640393091815459 | Bar Procopão | Restaurante | comer_381 |
| Dados de Juiz de Fora – frames e qualia | | | |
| Value | Name | Type | Lexemes |
| 3.0195613617147905 | Churrascaria Potencia do Sul | Churrascaria | comer_381,carne_13599,churrascaria_15053,churrasco_15054 |
| 2.4404491864968776 | Berttus | Restaurante | comer_381,restaurante_64481,minha_43694 |
| 2.3509441185327513 | Brasador Steakhouse | Churrascaria | comer_381,carne_13599,restaurante_64481 |
| 2.2294874891692866 | Churrascaria Giramundo | Restaurante | comer_381,carne_13599,churrascaria_15053,churrasco_15054 |
| 2.2146078182425835 | Assunta - Juiz De Fora – MG | Restaurante | comer_381,carne_13599,restaurante_64481 |

Tabela 10: Dados do teste com a sentença “Quero comer churrasco com a minha família”

A Tabela 10 apresenta os dados do teste com a sentença “Quero comer churrasco com a minha família”. A partir desses dados, percebe-se, inicialmente, no contexto do Rio de Janeiro, a diferença dos valores entre os dados que contêm apenas os frames e aqueles que contêm os frames e as relações qualia ternárias. Nessa perspectiva, enquanto que, com a possibilidade de uso restrita aos frames ativados pelos lexemas no *input*, a recomendação inicial do *chatbot* é de um zoológico (Fundação Rio Zoo), um parque (Quinta da Boa Vista) e somente a terceira recomendação será uma churrascaria (Fogo de Chão); com as relações qualia, as indicações mudam substancialmente, uma vez que as duas primeiras indicações são churrascarias (Fogo de Chão e Churrascaria Palace) e somente a terceira trata-se de um zoológico (Fundação Rio Zoo). Essa alternância indica a mudança de tratamento, posto que as churrascarias são as primeiras indicações – com as relações qualia – diferentemente dos primeiros testes – sem elas – os quais trazem nas duas primeiras indicações um parque e um zoológico e só na terceira indicação que é apresentada uma churrascaria.

Além disso, em relação à cidade de Juiz de Fora, pontos um pouco distintos do contexto carioca acontecem, uma vez que, em um contexto em que não são

utilizadas qualia, as três primeiras indicações, respectivamente, tratam de uma churrascaria (Potência do Sul), um restaurante (Berttus) e uma pizzaria (Mr. Tugas). Essas recomendações indicam, apesar de não apresentarem churrascarias somente, locais para comer, não sendo necessariamente churrascarias e isso é explicado na coluna dos lexemas, posto que o lexema comum a todas as três primeiras indicações (Potência do Sul, Berttus e Mr.Tugas) é *comer.v*. Considerando esse contexto, é fundamental considerar a importância dos testes com as relações qualia ternárias, visto que elas vão trazer um maior nível de especificidade, uma vez que apresentam um maior nível de granularidade à representação semântica (conceito apresentado na seção 4.2), em especial quando o elemento definidor da recomendação for um substantivo que indique uma entidade, no caso, o churrasco. Isso porque a representação semântica padrão da FrameNet foi desenhada para eventos e não para entidades, que são mais especificadas no modelo do Léxico Gerativo. Nesse contexto, considerando o desempenho com as relações qualia ternárias, em Juiz de Fora, as três primeiras indicações são respectivamente: uma churrascaria (Potência do Sul), um restaurante (Berttus) e uma churrascaria (Brasador Steakhouse), diferenciando dos primeiros testes sem os qualia. Ademais, é possível perceber que na última coluna, dos Lexemas, há uma diferença quanto ao peso das palavras e a ativação delas, uma vez que, no contexto de Juiz de Fora, sem a possibilidade de recurso às qualia, o número de lexemas ativados é menor (*comer.v, churrasco.n, família.n*) do que com as relações qualia (*comer.v, carne.v, restaurante.n, churrascaria.n*). Desse modo, as relações qualia ternárias proporcionam, na sentença “Quero comer um churrasco com a minha família”, um maior nível de especificidade, indicam locais mais próximos do que é pedido pelo turista.

Outro exemplo é a sentença (46) “Quero comprar presentes para a minha família”, cujos dados são apresentados na Tabela 11.

| Dados do Rio de Janeiro – somente frames | | | |
|--|-----------------|-----------|--|
| Value | Name | Type | Lexemes |
| 5.36978874362056 | Fundação Riozoo | Zoológico | comprar_1,família_30676,presente_50718,minha_43694,frm_busineses_337 |

| | | | |
|--|---------------------------|------------------|---|
| 4.723592626826482 | Quinta da Boa | Parque | familia_30676, presente_50718, frm_businesses_337 |
| 3.9495980640813912 | Bosque da Barra | Parque ecológico | comprar_1, familia_30676, presente_50718, minha_43694, frm_businesses_337 |
| 3.595748076494078 | Parque dos Patins | Parque | familia_30676, presente_50718, frm_businesses_337 |
| 3.5320054898929865 | Shopping Jardim Guadalupe | Shopping center | comprar_1, familia_30676, presente_50718, minha_43694, frm_businesses_337 |
| Dados do Rio de Janeiro – frames e qualia | | | |
| Value | Name | Type | Lexemes |
| 6.555546510070427 | Shopping Jardim Guadalupe | Shopping center | comprar_1, familia_30676, loja_40984, presente_50718, frm_businesses_337, minha_43694 |
| 6.357215454945183 | Fundação Riozoo | Zoológico | comprar_1, familia_30676, loja_40984, presente_50718, frm_businesses_337, minha_43694 |
| 4.895481092035444 | Shopping da Gávea | Shopping center | comprar_1, familia_30676, loja_40984, frm_businesses_337, minha_43694 |
| 4.884510050807177 | Shopping da Gávea | Shopping center | comprar_1, familia_30676, loja_40984, frm_businesses_337, minha_43694 |
| 4.851370900309563 | Quinta da Boa Vista | Parque | familia_30676, presente_50718, frm_businesses_337 |
| Dados de Juiz de Fora – somente frames | | | |
| Value | Name | Type | Lexemes |
| 2.2370612553354547 | Mr. Tugas | Pizzaria | comprar_1, familia_30676, presente_50718, frm_businesses_337 |

| | | | |
|--|--------------------------------------|-----------------|---|
| 1.9888070935927227 | Santa Cruz Shopping | Shopping center | comprar_1,família_30676,frm_businesses_337 |
| 1.8216447548178294 | Shopping Jardim Norte | Shopping center | comprar_1,família_30676,minha_43694,frm_businesses_337 |
| 1.6963983098361908 | Lajinha Park | Parque | presente_50718,família_30676,frm_businesses_337 |
| 1.6545450705927023 | Victory Business Hotel | NA | presente_50718,minha_43694,frm_businesses_337 |
| Dados de Juiz de Fora – frames e qualia | | | |
| Value | Name | Type | Lexemes |
| 4.019830645288955 | Shopping Jardim Norte | Shopping center | comprar_1,loja_40984,família_30676,frm_businesses_337,minha_43694 |
| 3.581613394490598 | Santa Cruz Shopping | Shopping center | comprar_1,loja_40984,família_30676,frm_businesses_337 |
| 2.9085950322231517 | Mister Shopping | Shopping center | comprar_1,loja_40984,família_30676,frm_businesses_337 |
| 2.364839528818536 | Mr. Tugas | Pizzaria | comprar_1,família_30676,presente_50718,frm_businesses_337 |
| 2.307835068016837 | Centro Cultural Bernardo Mascarenhas | Centro cultural | comprar_1,loja_40984,família_30676,frm_businesses_337 |

Tabela 11: Dados do teste com a sentença “Quero comprar presentes para a minha família”

A Tabela 11 apresenta os dados da sentença “Quero comprar presentes para a minha família” e, a partir dela, é possível notar a diferença entre as atrações sugeridas quando no contexto sem as relações qualia ternárias e no contexto com estas. O primeiro ponto é a diferença de valor apontada na primeira coluna. Tanto no contexto do Rio de Janeiro quanto no de Juiz de Fora o valor, isto é, o *score* de ativação da atração turística aumenta de acordo com a presença das relações

qualia. Dessa forma, enquanto que, em um contexto do Rio de Janeiro e somente com os frames, a primeira indicação (Fundação Rio Zoo) recebe o valor de 5,36, em um contexto da mesma cidade, mas com as relações qualia presentes, a primeira indicação (Shopping Jardim Guadalupe) recebe o valor de 6,55. No contexto de Juiz de Fora, isso também ocorre: 2,23 para a primeira indicação (Mr. Tugas) contra 4,01 para a primeira indicação (Shopping Jardim Norte) em um contexto com as relações qualia.

No contexto carioca, sem as relações qualia, as três primeiras indicações são um zoológico (Fundação Rio Zoo), um parque (Quinta da Boa Vista) e um parque ecológico (Bosque da Barra). Embora representem locais onde se possa comprar presentes para a família, não são considerados prototípicos no que concerne ao contexto de compra. Por outro lado, considerando a mesma cidade, mas com a presença das relações qualia, as três primeiras indicações foram um shopping (Shopping Jardim Guadalupe), um zoológico (Fundação Rio Zoo) e um shopping novamente (Shopping da Gávea).

No contexto mineiro, sem as relações qualia, as três primeiras indicações uma pizzaria (Mr. Tugas) e dois shoppings centers (Santa Cruz Shopping e Shopping Jardim Norte). Com as relações qualia, as três primeiras indicações são três shoppings centers (Shopping Jardim Norte, Santa Cruz Shopping e Mister Shopping), melhorando consideravelmente o nível de especificidade das recomendações. Em relação à coluna dos lexemas, não há diferença tanto no Rio de Janeiro quanto em Juiz de Fora, uma vez que tanto no contexto sem as relações Qualia quanto com as relações, os lexemas e o frame ativados (frm_businesses) são os mesmos.

A terceira sentença a ser analisada é a (47). A Tabela 12 apresenta os dados do teste.

| Dados do Rio de Janeiro – somente frames | | | |
|---|---------------|-------------------|---------------------------------------|
| Value | Name | Type | Lexemes |
| 2.4063996677811277 | Rio Scenarium | Restaurante | curtir_18758,frm_natural_features_171 |
| 2.1557814687183194 | Pedra do Sal | Atração turística | curtir_18758,frm_natural_features_171 |
| 2.0304723691869153 | Barra Music | Casa noturna | curtir_18758,frm_natural_features_171 |

| | | | |
|--|----------------------------------|-------------------|---|
| 2.0304723691869153 | Parque dos Patins | Parque | curtir_18758,frm_natural_features_171 |
| 1.905163269655511 | Fundação Riozoo | Zoológico | curtir_18758,frm_natural_features_171 |
| Dados do Rio de Janeiro – frames e qualia | | | |
| Value | Name | Type | Lexemes |
| 3.031520429452253 | Parque dos Patins | Parque | turista_22,curtir_18758,natureza_45249,frm_natural_features_171 |
| 2.9584858220393073 | Rio Scenarium | Restaurante | turista_22,curtir_18758,frm_natural_features_171 |
| 2.957651526145497 | Parque Nacional Tijuca | Parque nacional | turista_22,curtir_18758,natureza_45249,frm_natural_features_171 |
| 2.9555193803849704 | Fundação Riozoo | Zoológico | turista_22,curtir_18758,natureza_45249,frm_natural_features_171 |
| 2.707867622976498 | Pedra do Sal | Atração turística | turista_22,curtir_18758,frm_natural_features_171 |
| Dados de Juiz de Fora – somente frames | | | |
| Value | Name | Type | Lexemes |
| 1.5292359710612984 | Cultural Bar | Centro cultural | curtir_18758,frm_natural_features_171 |
| 1.403926871529894 | Santa Cruz Shopping | Shopping center | curtir_18758,frm_natural_features_171 |
| 1.403926871529894 | Sesc Hospedagem | NA | curtir_18758,frm_natural_features_171 |
| 1.403926871529894 | Haras Morena Resort | NA | curtir_18758,frm_natural_features_171 |
| 1.2786177719984897 | Parque Do Museu Mariano Procópio | Parque | curtir_18758,frm_natural_features_171 |
| Dados de Juiz de Fora – frames e qualia | | | |
| Value | Name | Type | Lexemes |
| 1.9683400384041037 | Sesc Hospedagem | NA | curtir_18758,natureza_45249,frm_natural_features_171 |
| 1.9293200271849118 | Parque Do Museu | Parque | curtir_18758,natureza_ |

| | | | |
|--------------------|--------------------------------------|-----------------|--|
| | Mariano Procópio | | 45249,frm_natural_features_171 |
| 1.9046660019528512 | Lajinha Park | Parque | curtir_18758,natureza_45249,frm_natural_features_171 |
| 1.830703926256669 | Centro Cultural Bernardo Mascarenhas | Centro cultural | turista_22,curtir_18758,frm_natural_features_171 |
| 1.830703926256669 | Bar do Bigode and Xororó | Bar | turista_22,curtir_18758,frm_natural_features_171 |

Tabela 12: Dados do teste com a sentença “Quero curtir cachoeiras”

A partir da Tabela 12, percebe-se, tanto para o Rio de Janeiro quanto para Juiz de Fora, a nítida diferença entre a ausência e a presença das relações qualia para a especificidade das informações. No contexto carioca, sem as relações qualia, as três primeiras indicações são atrações turísticas muito distintas como um restaurante (Rio Scenarium), uma atração natural (Pedra do Sal) e uma casa noturna (Barra Music), sendo que a que mais se aproxima do pedido do turista é a Pedra do Sal. Por outro lado, no contexto com as relações qualia, as três primeiras indicações são um parque (Parque dos Patins), um restaurante (Rio Scenarium) e um parque nacional (Parque Nacional Tijuca). Além dessa diferenciação de recomendações, é possível notar a diferença dos lexemas presentes em cada um dos dados. Enquanto que no contexto sem as relações qualia aparece o principal lexema *curtir.v*, com as relações qualia, há uma quantidade e variedade maior deles tais como *curtir.v*, *turista.n* e *natureza.n*. Esses lexemas se encontram mais bem relacionados, uma vez que não estão isolados e se associam através de uma rede, isto é, “curtir” relaciona-se à “turista” assim como à “natureza”.

De modo semelhante, no contexto de Juiz de Fora, sem as relações qualia, as três primeiras indicações são uma casa de shows (Cultural) – embora apresente-se nos dados como centro cultural –, um shopping (Santa Cruz Shopping) e uma pousada (Sesc Hospedagem). Por outro lado, com as relações qualia, as três primeiras indicações são uma pousada (Sesc Hospedagem), seguida de dois parques (Parque Mariano Procópio e Parque da Lajinha). Embora presente como

primeira recomendação uma pousada, percebe-se a melhoria com as relações qualia, posto que apresenta duas indicações de parques.

Outro exemplo é apresentado pela sentença (48), cujos dados são expostos na Tabela 13.

| Dados do Rio de Janeiro – somente frames | | | |
|--|----------------------------|----------------------|---|
| Value | Name | Type | Lexemes |
| 2.3715144536922175 | Aprazível | Restaurante | comer_381 |
| 2.3187364133001234 | Joaquina Bar & Restaurante | Restaurante | comer_381,feijoada_31011 |
| 2.2642269550039633 | Bar do Momo | Restaurante | comer_381,feijoada_31011 |
| 2.2082366970027985 | Bar e Restaurante Urca | Restaurante | comer_381 |
| 2.1825880766592527 | Boteco Belmonte | Restaurante | comer_381,feijoada_31011 |
| Dados do Rio de Janeiro – frames e qualia | | | |
| Value | Name | Type | Lexemes |
| 6.444408700084475 | Aprazível | Restaurante | comer_381,brasileiro_11719,carne_13599,linguiça_40712,prato_50362,típico_61926,restaurante_64481,frm_food_252 |
| 5.920471542148219 | Boteco Belmonte | Restaurante | comer_381,carne_13599,feijoada_31011,prato_50362,típico_61926,restaurante_64481,frm_food_252 |
| 5.90562608077405 | Joaquina Bar & Restaurante | Restaurante | comer_381,brasileiro_11719,carne_13599,feijoada_31011,linguiça_40712,prato_50362,restaurante_64481,frm_food_252 |
| 5.607671554419204 | La Fiorentina | Restaurante italiano | comer_381,brasileiro_11719,carne_13599,prato_50362,típico_61926,restaurante_64481,frm_food_252 |

| | | | |
|--|--------------------------------------|--------------|--|
| 5.502179906089762 | Fogo de Chão Brazilian Steakhouse | Churrascaria | comer_381,brasileiro_1 1719,carne_13599,ling uiça_40712,prato_5036 2,restaurante_64481,fr m_food_252 |
| Dados de Juiz de Fora – somente frames | | | |
| Value | Name | Type | Lexemes |
| 1.363778675260665 | Berttus | Restaurante | comer_381 |
| 1.3092065624147382 | Churrascaria Potencia do Sul | Churrascaria | comer_381 |
| 1.0640393091815459 | Bar Procopão | Restaurante | comer_381 |
| 1.036909889132997 | Brasador Steakhouse | Churrascaria | comer_381 |
| 0.9566265013937593 | Birosca JF | Bar | comer_381,feijoada_31 011 |
| Dados de Juiz de Fora – frames e qualia | | | |
| Value | Name | Type | Lexemes |
| 4.131074641574806 | Bar Procopão | Restaurante | comer_381,prato_5036 2,típico_61926,restaura nte_64481,frm_food_2 52 |
| 3.890298950952749 | Churrascaria Potencia do Sul | Churrascaria | comer_381,carne_135 99,linguiça_40712,prat o_50362,frm_food_252 |
| 3.775245430119808 | Brasador Steakhouse | Churrascaria | comer_381,carne_135 99,prato_50362,restaur ante_64481,frm_food_ 252 |
| 3.73944139855253 | Berttus | Restaurante | comer_381,prato_5036 2,restaurante_64481,fr m_food_252 |
| 3.6389091298296403 | Assunta - Juiz De Fora – MG | Restaurante | comer_381,carne_135 99,prato_50362,restaur ante_64481,frm_food_ 252 |

Tabela 13: Dados do teste com a sentença “Quero comer feijoada”

Considerando os dados da Tabela 13, tanto no Rio de Janeiro quanto em Juiz de Fora, em um contexto em que só foram utilizados os frames, tanto a diferença de valor quanto os tipos de lexemas presentes são aspectos importantes a serem

mencionados. A título de exemplo, o *score* de ativação, em um contexto sem as relações qualia, apresenta o valor de 2,37 (Rio de Janeiro) e de 1,36 (Juiz de Fora), diferentemente do contexto em que há relações Qualia, visto que o *score* do Rio de Janeiro é 6,44 e de Juiz de Fora é 4,13. Como apontado anteriormente, esse *score* de ativação demonstra o papel essencial das relações qualia, posto que elas trazem mais especificidade e agregam mais elementos (mais peso) aos lexemas elencados para cada sentença. Além disso, em relação aos lexemas, no contexto das duas cidades, quando há somente frames na análise, os lexemas levantados são *comer.v* e *feijoadada.n*, algo muito distinto dos lexemas elencados em um contexto em que há a presença das relações qualia, dado que aparecem uma quantidade maior como *comer.v*, *restaurante.n*, *prato.n*, *linguiça.n*, entre outros, além da presença de frames, como o de `Food`, que não havia sido ativado no modelo que permite a ativação de frames. Isso porque tal ativação só se tornou possível pela confluência de várias ULs. A presença desses lexemas e frame, portanto, se deve à modelagem das relações qualia no sistema, demonstrando grande destaque na análise, como apontado na Figura 51.

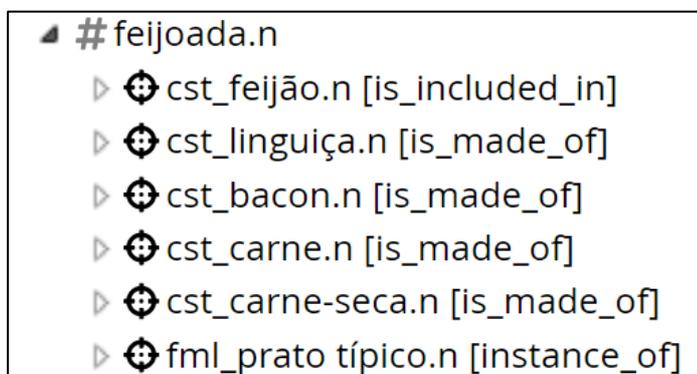


Figura51: Relações Qualia ternárias em *feijoadada.n*

Na Figura 51, percebe-se a presença das relações qualia ternárias, principalmente constitutivas, que demonstram a composição do prato, além da relação formal – exemplificada por *prato típico.n* – que formam uma rede semântica na qual é exposta a unidade lexical *feijoadada.n*. Dessa forma, as relações qualia trazem dados que especificam, neste caso, o tipo de prato e sua composição. Por outro lado, no contexto em que as relações qualia estão ausentes e somente são presentes os frames, a rede de lexemas é limitada, visto que apenas aparecem

comer.v e *feijoada.n*, não especificando o tipo de recomendação e nem fornecendo recomendações alternativas e de alguma forma relacionadas ao desejo do turista, naqueles casos em que o que ele quer fazer não está disponível.

Além disso, a partir da Tabela 13 percebe-se que os lexemas vão indicar o tipo de recomendação. A título de exemplo, considerando os dados do Rio de Janeiro e a presença das relações qualia, as cinco indicações são três restaurantes (Aprazível, Boteco Belmonte e Joaquina Bar), um restaurante italiano (La Fiorentina) e uma churrascaria (Fogo de Chão). Os lexemas presentes em cada uma delas são *comer.v*, *prato típico.n*, *feijoada.n*, *linguiça.n*, entre outros. Na indicação dos três restaurantes (Aprazível, Boteco Belmonte e Joaquina Bar), os lexemas presentes que se pode destacar são *linguiça.n*, *prato típico.n*, *feijoada.n*, *comer.v*, entre outros, dessa forma, indica uma melhor recomendação do *chatbot*. Por outro lado, estranha-se a indicação de um restaurante italiano (La Fiorentina), mas que é explicado pela presença do lexema *prato típico.n* e pela ausência dos lexemas fundamentais para essa indicação *feijoada.n* e *linguiça.n*, os quais caracterizam de fato a indicação pedida pelo usuário. Outro ponto importante é a indicação da churrascaria Fogo de Chão, representada pela presença dos lexemas *prato típico.n* e *linguiça.n* – posto que churrasco é um prato típico e tem linguiça na sua composição –, mas pela ausência do lexema *feijoada.n*. Embora tenha indicações tão distintas, o sistema de recomendação acerta, seja por indicar com mais especificidade os locais onde se possa comer uma feijoada, seja por fornecer indicações alternativas relacionadas caso não haja locais o suficiente para se recomendar dado o *input* do usuário.

Finalmente, a sentença (49) “Quero comer pizza”, sugerida pelos participantes do teste de julgamento das sentenças, gerou os dados expostos na Tabela 14.

| Dados do Rio de Janeiro – somente frames | | | |
|--|----------------------------|--------------------------|---------------------------|
| Value | Name | Type | Lexemes |
| 2.3715144536922175 | Aprazível | Restaurante | comer_381 |
| 2.3187364133001234 | Joaquina Bar & Restaurante | Restaurante | comer_381,pizza_4950 2 |
| 2.2082366970027985 | Bar e Restaurante Urca | Restaurante | comer_381 |
| 2.073694469166463 | Kilograma | Restaurante self-service | comer_381,pizza_4950 2 |

| | | | |
|--|---------------------------------|------------------------------|--|
| 2.0735691600669313 | Artigiano Ristorante | Restaurante italiano | comer_381,pizza_4950 2 |
| Dados do Rio de Janeiro – frames e qualia | | | |
| Value | Name | Type | Lexemes |
| 7.037928821512944 | La Fiorentina | Restaurante italiano | comer_381,pizza_4950 2,pizzaria_49503,prato _50362,queijo_52092,r estaurante_64481,frm_ food_252,frm_dining_1 253 |
| 6.943807084329267 | Cervantes | Restaurante | comer_381,pizza_4950 2,pizzaria_49503,prato _50362,queijo_52092,r estaurante_64481,frm_ food_252,frm_dining_1 253 |
| 6.80440404477441 | Kilograma | Restaurante self- service | comer_381,pizza_4950 2,pizzaria_49503,prato _50362,restaurante_64 481,frm_food_252,frm_ dining_1253 |
| 6.164311167878161 | Aprazível | Restaurante | comer_381,prato_5036 2,queijo_52092,restaur ante_64481,frm_food_ 252,frm_dining_1253 |
| 6.125857444285653 | CasaShopping | Shopping center | comer_381,pizza_4950 2,pizzaria_49503,resta urante_64481,frm_food _252,frm_dining_1253 |
| Dados de Juiz de Fora – somente frames | | | |
| Value | Name | Type | Lexemes |
| 1.363778675260665 | Bertus | Restaurante | comer_381 |
| 1.3380047458175883 | Assunta - Juiz De Fora – MG | Restaurante | comer_381,pizza_4950 2 |
| 1.3092065624147382 | Churrascaria Potencia do Sul | Churrascaria | comer_381 |
| 1.1474096054303222 | Mr. Tugas | Pizzaria | comer_381,pizza_4950 2 |
| 1.0640393091815459 | | Restaurante | comer_381 |

| | Bar Procopão | | |
|---|-----------------------------|--------------|---|
| Dados de Juiz de Fora – frames e qualia | | | |
| Value | Name | Type | Lexemes |
| 5.261768550236749 | Mr. Tugas | Pizzaria | comer_381,pizza_49502,pizzaria_49503,prato_50362,restaurante_64481,frm_food_252,frm_dining_1253 |
| 4.7322675086715105 | Berttus | Restaurante | comer_381,prato_50362,restaurante_64481,frm_food_252,frm_dining_1253 |
| 4.699592870918689 | Bar Procopão | Restaurante | comer_381,prato_50362,restaurante_64481,frm_food_252,frm_dining_1253 |
| 4.6448585161482825 | Assunta - Juiz De Fora – MG | Restaurante | comer_381,pizza_49502,prato_50362,restaurante_64481,frm_food_252,frm_dining_1253 |
| 4.34376365946369 | Brasador Steakhouse | Churrascaria | comer_381,prato_50362,restaurante_64481,frm_food_252,frm_dining_1253 |

Tabela 14: Dados do teste com a sentença “Quero comer pizza”

Em primeira análise, considerando inicialmente o contexto do Rio de Janeiro e a ausência das relações qualia, é possível apontar as cinco primeiras indicações do sistema de recomendação: três restaurantes (Aprazível, Joaquina Bar & Restaurante e Bar e Restaurante Urca), um self-service (Kilograma) e um italiano (Artigiano Ristorante). Embora sejam boas indicações, ainda não apresentam a especificidade pedida pela sentença “Quero comer pizza”. Nessa perspectiva, considerando a mesma cidade, mas com a presença das relações qualia, as cinco primeiras indicações são um restaurante italiano (La Fiorentina), um restaurante (Cervantes), um self-service (Kilograma), um restaurante (Aprazível) e um shopping (Casa Shopping). Apesar de apresentar um shopping em sua indicação, o sistema

apresenta como primeira recomendação um restaurante italiano e com um grande *score* de ativação (7,03), o que denota a importância da indicação feita pelo *chatbot*.

Em segunda análise, considerando o contexto de Juiz de Fora e a ausência das relações *qualia*, percebe-se a indicação de cinco diferentes estabelecimentos: dois restaurantes (Berttus e Assunta), uma churrascaria (Potência do Sul), uma pizzaria (Mr. Tugas) e um restaurante (Bar Procopão). Diferentemente dos outros testes, embora haja a ausência das relações *qualia*, neste caso, o sistema apresenta indicações muito próximas do pedido realizado pelo turista, posto que nas duas primeiras indicações (Berttus e Assunta) é possível comer uma pizza. Entretanto, quando no contexto em que as relações *qualia* estão presentes, as indicações melhoram consideravelmente, visto que as primeiras indicações são uma pizzaria (Mr. Tugas), três restaurantes (Berttus, Bar Procopão e Assunta) e uma churrascaria (Brasador Steakhouse). Além dessas indicações, a presença dos diferentes *lexemas* *restaurante.n*, *prato.n*, *pizzaria.n* *pizza.n*, entre outros, assim como o aumento no *score* de ativação – 1,36 (Berttus) para 5,26 (Mr Tugas) – apontam para a melhoria do sistema de recomendação.

Embora a maior parte das sentenças ter apresentado melhoria de desempenho tanto no cenário de Juiz de Fora quanto no do Rio de Janeiro, é fundamental, a partir do Gráfico 8, analisar a diferença entre as duas cidades. Há um desempenho 50% superior, em número de sentenças, no cenário com o uso de *qualia* sobre objetos de recomendação do Rio de Janeiro, em comparação ao cenário com objetos de Juiz de Fora. Isso se deve, muito provavelmente, à maior quantidade de comentários produzidos pelos turistas, dado que, na base de dados do Rio de Janeiro, contabilizam-se 75.144, enquanto que, para Juiz de Fora, são apresentados 9.468 comentários. Além disso, o sistema obteve, em grande parte das sentenças, melhor desempenho quando se tratava de indicações relacionadas à alimentação e isso se deve também a maior composição de comentários sobre restaurantes, tanto no contexto de Juiz de Fora quanto no Rio de Janeiro. Desse modo, retomando os Gráficos 1 e 2, apresentados no capítulo 3, os comentários sobre restaurantes representam 91% dos comentários do Rio de Janeiro e em Juiz de Fora são contabilizados 92%. Nessa perspectiva, é possível concluir que quanto mais comentários são realizados e computados no sistema, melhor será o desempenho nas recomendações para o turista.

No próximo capítulo, apresentamos, junto às conclusões deste trabalho, os encaminhamentos que podem ser retirados das análises empreendidas.

6 CONCLUSÕES

Ao longo desta dissertação, buscou-se investigar os processos que contribuem para o desenvolvimento do Sistema de Recomendação, a partir da interação entre as áreas da Linguística e da Linguística Computacional. Essa interdisciplinaridade caracteriza o perfil de análise do Laboratório FrameNet Brasil, uma vez que este busca aplicar ao desenvolvimento de diversas soluções computacionais, como o *m.knobchatbot* que pretende funcionar como um assistente turístico virtual, os modelos computacionais cognitivamente inspirados que desenvolve para o léxico. Nesse contexto, este trabalho partiu da seguinte pergunta de pesquisa:

Como dar mais subsídios a esse *chatbot* para que ele ofereça ao usuário informações mais específicas e semanticamente relevantes?

Buscando responder a essa pergunta de pesquisa, formulou-se a seguinte hipótese:

O *chatbot* apresentará informações mais específicas e semanticamente relevantes se considerar, na análise do *input* do usuário e do corpus de referência sobre os objetos de recomendação, uma representação semântica cuja granularidade seja capaz de captar as particularidades de cada local turístico.

A fim de desenvolver tal representação semântica, procedemos à identificação inicial dos frames de interesse primário e secundário, o que moldou a análise, uma vez que tais frames proporcionaram mais dados à base, considerando o contexto turístico. No entanto, comprovou-se, ao longo deste trabalho, que somente os frames não poderiam trazer subsídios para uma indicação mais específica do *chatbot* para os turistas, sendo necessária a implementação das relações qualia ternárias, as quais possuem como função proporcionar um conhecimento linguístico e contextual para a máquina, em especial no que concerne ao tratamento das ULs que designam entidades. O trabalho de modelagem realizado nesta dissertação ampliou de 37 para 134 o número de frames considerados para o

tratamento do Turismo, além de ter levado à criação de mais de três milhares de instâncias de relações qualia ternárias.

As análises qualitativas empreendidas apontam para uma correlação, que merece ser quantitativamente investigada, entre a quantidade e a diversidade de relações modeladas e o desempenho do sistema. Além dos frames e das relações qualia ternárias, percebeu-se o papel essencial dos comentários no Google Places, posto que eles trazem uma maior quantidade de dados, isto é, quanto mais comentários um local recebe, maior é a chance de ser recomendado pelo *chatbot*.

Validada a hipótese inicial e atingidos os objetivos propostos, essa pesquisa se conclui com uma série de observações acerca do desempenho do Sistema de Recomendação.

Primeiramente, cumpre destacar o problema de desempenho causado pela ativação de n-grams por qualquer um de seus lexemas. Isso gerou ativações inadequadas e prejudiciais ao desempenho do sistema. Na mesma linha, ressalta-se a susceptibilidade do sistema a pequenos erros na base de dados lexicais, como se demonstrou com o caso de *natural.adj*.

Em segundo lugar, o papel dos frames no modo de funcionamento atual do sistema é muito reduzido, uma vez que, no processamento, os frames só são recrutados quando não há correspondências diretas entre os lexemas do *input* aqueles encontrados nos comentários sobre o local a ser recomendado. Os resultados aqui discutidos apontam para a necessidade de se considerar os frames de forma mais estruturante, o que iria requerer um pré-processamento semântico mais aprofundado tanto do *input* quanto dos comentários, o que pode ser perseguido em um trabalho futuro.

Em terceiro lugar, as relações qualia parecem melhorar o desempenho daqueles casos em que os nomes de entidade são definidores para o sucesso da recomendação, o que era esperado, dado o fato de que a FrameNet, como representação semântica, foca muito mais em eventos do que em entidades. Tal sugestão merece uma investigação mais aprofundada futura.

Por fim, uma avaliação quantitativa de larga escala é fundamental no contexto da validação mais robusta da hipótese no contexto da Linguística Computacional. Nesse contexto, poder-se-ia ampliar o campo de investigação, isto é, um trabalho futuro poderia ser a análise de desempenho do sistema ao incluir outros locais, como São Paulo, Salvador, Belo Horizonte, a partir das interações de usuários reais

do aplicativo. Assim, protocolos de testagem AB poderiam ser aplicados e a avaliação da qualidade da indicação, isto é, se, de fato, a recomendação apresentada pelo aplicativo é válida para a necessidade do turista, poderia ser computada em larga escala.

Em síntese, a partir desta dissertação, conclui-se que o adensamento da FrameNet Brasil com estruturas de representação semântica mais granulares, conforme apontado no estudo piloto de Matos (2014), apresenta grande potencial e merece ser investigada de forma mais aprofundada.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABEND, O.; RAPPOPORT, A. The State of the Art in Semantic Representation. In: **Proceedings of the 55th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics**. V. 1, p. 77-89. ACL, 2017.

ALLEN, J. **Natural Language Understanding**. Menlo Park: Benjamins / Cummings Publishing Company, 1987.

ALPAYDIN, E. **Introduction to machine learning**. 2^a ed. Massachusetts: The MIT Press, 2010.

BANARESCU, L.; BONIAL, C.; CAI, S.; GEORGESCU, M.; GRIFFITTI, K.; HERMJAKOB, U; KNIGHT, K.; KOEHN, P; PALMER, M.; SCHNEIDER, N. Abstract Meaning Representation for Sembanking. In: **Proceedings of the 7th Linguistic Annotation Workshop and Interoperability with Discourse, held at ACL-2013**, Sofia, Bulgaria, August 8-9, 2013.

BONIAL, C.; BONN, J.; CONGER, K.; HWANG, J.; PALMER, M. Propbank: semantics of new predicate types. **The 9th edition of the language resources and evaluation conference**. Reykjavik, 2014.

BURCHARDT, A.; ERK, K.; FRANK, A.; KOWALSKI, A.; PADÓ S.; PINKAL, M. The SALSA Corpus: a German Corpus Resource for Lexical Semantics. **Proceedings of LREC**: Genova, 2006.

CASTILHO, Ataliba T. de. **Nova Gramática do Português Brasileiro**. São Paulo: Editora Contexto, 2010.

CHOMSKY, N. **Aspects of the theory of syntax**. Massachusetts: The MIT Press, 1965.

COMARELLA, R. L., & CAFÉ, L. M. A. CHATTERBOT: conceito, características, tipologia e construção. In: **Informação & Sociedade**. João Pessoa. v. 18, n. 2, p. 55-67, 2008.

COSTA, A. D. & TORRENT, T. T. A Modelagem Computacional do Domínio dos Esportes na FrameNet Brasil. In: **Proceedings of the 11th Brazilian Symposium in Information and Human Language Technology** (pp. 201-208). Sociedade Brasileira de Computação. <http://www.aclweb.org/anthology/W17-6623>. 2017.

COSTA, A. D.; GAMONAL, M. A. ; PAIVA, V. M. R. L. ; MARCAO, N. D. ; PERON CORRÊA, S. ; ALMEIDA, V. G. ; MATOS, E. E. ; TORRENT, T. T. FrameNet-Based Modeling of the Domains of Tourism and Sports for the Development of a Personal Travel Assistant Application. In: **Proceedings of the LREC 2018 Workshop International FrameNet Workshop 2018: Multilingual Framenets and Constructicons**. Miyazaki, v. 1. p. 6-12, 2018.

FAUCONNIER G. & TURNER, M. **The way we think**. New York: Basic Books, 2002.

FERNEDA, E. Redes neurais e sua aplicação em sistemas de recuperação de informação. **Ci. Inf.**, Brasília, v. 35, n. 1, p. 25-30, jan/abr. 2006. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ci/v35n1/v35n1a03.pdf>. Acesso em: 13/12/2018.

FILLMORE, C. J. Frame Semantics. In: Linguistic Society of Korea (Eds.), **Linguistics in the morning calm**. Seoul: Hanshin Publishing Co., pp. 111-137, 1982.

FILLMORE, C. J. Frames and the semantics of understanding. **Quaderni di Semantica**. v. 6, n. 2, p. 222-254, 1985.

FILLMORE, C. J.; JOHNSON. C.; PETRUCK, M. Background to FrameNet. In: **International Journal of Lexicography**. Vol 16, nº 3. Oxford University Press, 2003a.

FILLMORE. C. J.; BAKER, C. A frames approach to semantic analysis. In: HEINE, B. & HEIKO, N. (Eds.). **The Oxford Handbook of Linguistic Analysis**. New York: The Oxford University Press, p. 313-339, 2010.

FONER, L. N. **What's na agent, anyway? A sociological case study**. 1994. Disponível em: <<http://www.upv.es/sma/teoria/agentes/what%20is%20an%20agent-foner.pdf>> Acesso em: 03/12/2018.

GAMONAL, M. A. **Copa 2014 FrameNet Brasil**: diretrizes para a constituição de um dicionário eletrônico trilingue a partir da análise de frames da experiência turística. Dissertação de Mestrado em Linguística. Universidade Federal de Juiz de Fora, 2013.

GOMES, D. S. **Frames do turismo esportivo no dicionário Copa 2014 FrameNet Brasil**. Dissertação de Mestrado em Linguística. Universidade Federal de Juiz de Fora, 2014.

GRICE, H.P. Lógica e Conversação. In: DASCAL, M (org.). **Fundamentos Metodológicos da Linguística**. Vol. 4. Campinas: Unicamp, p. 81-103, 1982.

GRISHMAN, R. **Computational Linguistics**: an introduction. Cambridge: Cambridge University Press, 1986.

HAUSSER, R. **Foundations of Computational Linguistics**. 2^a ed. New York: Springer, 2001.

HAUSSER, R. **Computational linguistics and talking robots**: processing content in database semantics. Springer Science & Business Media, 2011.

HELBIG, H. **Knowledge Representation and the Semantics of Natural Language**. Berlim: Springer, 2006.

HUTCKINS, W.J. The Georgetown-IBM Experiment Demonstrated in January 1954. In: FREDERKING, R.E.; TAYLOR, K.B. (Eds.). **Machine Translation: from real users to research**. 6th Conference of the Association for Machine Translation in the Americas, AMTA. Proceedings: Springer. Washington DC, 2004.

JONES, K. S. **ComputationalLinguistics**: what about the Linguistics? Computational Linguistics. 33(3): 437-441. ACL, 2007.

KILGARRIFF, A.; RYCHLÝ, P.; SMRŽ, P.; TUGWELL, D. The Sketch Engine. Itri-04-08. **Information Technology**. 2004.

KINGSBURY, P. & PALMER, M. From Treebank to Propbank. **Third International Conference on Language Resources and Evaluation, LREC-02.**, May 28 - June 3, 2002, Las Palmas, Canary Islands, Spain: 2002.

LEONHARDT, Michelle Denise. **Doroty**: um chatterbot para treinamento de profissionais atuantes no gerenciamento de redes de computadores. Porto Alegre: PPGC da UFRGS, 2005.

MANNING, C. D. & SCHÜTZE, H. **Foundations of Statistical Natural Language Processing**. Massachusetts: The MIT Press, 1999.

MARÇÃO, N. D. **As Construções Interrogativas QU- no Constructicon da FrameNet Brasil**. Dissertação de Mestrado em Linguística. Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2018.

MATOS, E. E. da S. **LUDI**: um framework para desambiguação lexical com base no enriquecimento da Semântica de Frames. Tese de Doutorado em Linguística. Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2014.

MATOS, E. E. & TORRENT, T. T. **FrameNet Brasil WebTool 3.0**, 2017.

MAULDIN, M.L. Chatterbots, Tonymuds, and the Turing Test: entering the Loebner Prize Competition. In: **Proceedings of the Twelfth National Conference on Artificial Intelligence**, AAAI Press, Menlo Park, CA, 1994. Disponível em: <<https://pdfs.semanticscholar.org/bdd4/9b4a0b7de03b00412e3b807a855504e1d3af.pdf>> Acesso em: 03/12/2018.

MINSKY, M. **A Framework for Representing Knowledge**. Massachusetts: Massachusetts Institute of Technology Cambridge, 1974.

NEVES, A. M.M.; BARROS, F.A. XBotML: A Markup Language for Human Computer Interaction via Chatterbots. In: LOVELLE, J.M.C. et al. (Eds.): **ICWE 2003**, LNCS 2722, pp. 171–181. Berlim: Springer-Verlag, 2003.

NEVES, André M. M.; BARROS, Flávia de Almeida. iAIML: um mecanismo para tratamento de intenção em chatterbots. In: **ENIA, 18.**, 2005, São Leopoldo. **Anais**. São Leopoldo, 2005. p.1032-1041.

PERON-CORRÊA, S. R. **A Semântica de Frames na Constituição de Dicionários Temáticos Multilíngues para Usuários Não-Especialistas**: Interface, Interação e Avaliação. Tese de Doutorado em Linguística. Universidade Federal de Juiz de Fora, 2019.

PUSTEJOVSKY, J. **The Generative Lexicon**. Cambridge: The MIT Press, 1995.

PUSTEJOVSKY, J. **Introduction to The Generative Lexicon**. Mimeo, 2008.

PUSTEJOVSKY, J.; STUBBS, A. **Natural Language Annotation for Machine Learning**. Sebastopol: O'Reilly Media. 342p. 2013

PUSTEJOVSKY, J.; JEZEK, E. Qualia Structure. In: PUSTEJOVSKY, J.; JEZEK, E. **Integrating Generative Lexicon and Lexical Semantic Resources**. LREC 2016-Slovenia, 2016. 139 p.

RUPPENHOFER, J. et al. **FrameNet II: Extended theory and practice**. Disponível em: <https://framenet2.icsi.berkeley.edu/docs/r1.7/book.pdf>, 2016.

RUSSELL, S.J., NORVIG, P. **Artificial Intelligence: a modern approach**. New Jersey: Prentice-Hall, 1995

SAEED, J. I. **Semantics**. Malden (MA): Blackwell, 2003.

SAUSSURE, F. **Curso de Lingüística Geral**. 28. ed. São Paulo: Cultrix, 2012.

SALOMÃO, M. M. M. FrameNet Brasil: um trabalho em progresso. In: **Calidoscópico**, São Leopoldo: UNISINOS, vol. 7 n. 3, p. 171-182, set/dez 2009.

SOUZA, B. C. P. **Frames de Turismo como Negócio dicionário Copa 2014 FrameNet Brasil**. Dissertação de Mestrado em Linguística. Universidade Federal de Juiz de Fora, 2014.

TORRENT, T.T., et al. Towards Continuity between the Lexicon and the Construction in FrameNet Brasil. In: LYNGFELT, B.; BORIN, L; OHARA, K. H.; TORRENT, T. T. (org.). **Constructional Approaches to Language**. 1ed. Amsterdam: John Benjamins Publishing Company, p. 107-140, 2018.

TURING, A. Computing Machinery and Intelligence. **Mind New Series**. Vol 59, Nº 236, p.433-460. Oxford University Press. 1950.

WEIZENBAUM, J. **ELIZA**. Commun. of the ACM Vol. 9, p. 36-45, 1966.

WEIZENBAUM, J. **Computer Power and human reason: from judgement to calculation**. New York: W. H. Freeman and Company, 1976.

WALLACE, R. The anatomy of A.L.I.C.E. In: EPSTEIN, R.; ROBERTS, G.; BEBER, G. **Parsing the Turing Test: Philosophical and Methodological Issues in the Quest for the Thinking Computer**. Dordrecht: Springer, 2008.