

EDSON LUIZ MACHADO

**IMPLEMENTAÇÃO DE UMA ANÁLISE SEMÂNTICA  
DA CONSTRUÇÃO ESTAR + PARTICÍPIO PASSADO  
EM PORTUGUÊS**

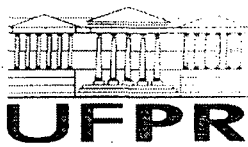
Dissertação apresentada como requisito parcial  
à obtenção do grau de Mestre em Informática.  
Programa de Pós-Graduação em Informática,  
Setor de Ciências Exatas, Universidade Federal  
do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Michel Gagnon

Co-orientadora: Prof.<sup>ª</sup> Dr.<sup>ª</sup> Elena Godoy

CURITIBA

2002



Ministério da Educação  
Universidade Federal do Paraná  
Mestrado em Informática

## PARECER

Nós, abaixo assinados, membros da Banca Examinadora da defesa de Dissertação de Mestrado em Informática do aluno *Edson Luis Machado*, avaliamos o trabalho intitulado, "*Implementação de uma Análise Semântica da Construção "Estar + Participio Passado" em Português*", cuja defesa foi realizada no dia 27 de março de 2002, às quatorze horas, no anfiteatro A do Setor de Ciências Exatas da Universidade Federal do Paraná. Após a avaliação, decidimos pela aprovação do candidato.

Curitiba, 27 de março de 2002.

Prof. Dr. Michel Gagnon  
DINF/UFPR - Orientador

Prof.<sup>a</sup> Dra. Elena Godoy  
DELEM/UFPR - Co-Orientadora

Prof. Dr. José Borges Neto  
DELEM/UFPR

Prof.<sup>a</sup> Dra. Eliana de Mattos Pinto Coelho  
DINF/UFPR

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE FIGURAS</b>	<b>iii</b>
<b>RESUMO</b>	<b>iv</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>v</b>
<b>1 INTRODUÇÃO</b>	<b>1</b>
<b>2 TEMPO E ASPECTO</b>	<b>4</b>
2.1 Tempo verbal . . . . .	4
2.2 Aspecto . . . . .	6
2.2.1 Classificação de Vendler . . . . .	7
2.2.2 Abordagem de Smith . . . . .	9
2.2.3 Abordagem de Moens e Steedman . . . . .	11
2.3 Tempo e aspecto em Português . . . . .	17
2.3.1 Tempo e aspecto segundo Travaglia . . . . .	17
2.3.2 Abordagem de Oliveira . . . . .	19
<b>3 UM FORMALISMO SEMÂNTICO PARA TEMPO E ASPECTO</b>	<b>21</b>
3.1 Representação do tempo na DRT . . . . .	23
3.2 Aspecto na DRT . . . . .	30
3.2.1 Pretérito . . . . .	31
3.2.2 Progressivo . . . . .	33
3.2.3 Perfect . . . . .	35
<b>4 UMA PROPOSTA PARA ANÁLISE E REPRESENTAÇÃO DA PERÍFRASE</b>	
<i>ESTAR</i>	<b>37</b>
4.1 Formalização . . . . .	37
4.1.1 Perífrase estar + gerúndio . . . . .	38

4.1.2	Perífrase estar + particípio . . . . .	40
4.2	Gramática . . . . .	46
4.2.1	Implementação composicional . . . . .	46
4.2.2	Cálculo <i>lambda</i> . . . . .	46
4.2.3	<i>Lambda</i> -DRS . . . . .	47
4.2.4	Interpretação da sentença . . . . .	48
4.2.5	Interpretação de estar + gerúndio . . . . .	52
4.2.6	Interpretação de estar + particípio ativo não resultante . . . . .	56
4.2.7	Interpretação de estar + particípio passivo não resultante . . . . .	60
4.2.8	Interpretação de estar + particípio ativo resultante . . . . .	62
4.2.9	Interpretação de estar + particípio passivo resultante . . . . .	65
4.2.10	Detalhes do funcionamento do programa . . . . .	67
<b>5</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS E TRABALHOS FUTUROS</b>	<b>70</b>
<b>6</b>	<b>APÊNDICES</b>	<b>72</b>
6.1	Apêndice A - Regras da Gramática . . . . .	72
6.2	Apêndice B - Léxico . . . . .	73
6.3	Apêndice C - Regras Lexicais . . . . .	76

## LISTA DE FIGURAS

2.1	Posicionamento dos momentos de Reichenbach para os tempos gramaticais do Inglês . . . . .	5
2.2	Posicionamento dos momentos de Reichenbach para os tempos gramaticais do Português . . . . .	6
2.3	Evento núcleo (adaptado de Moens e Steedman 1998) . . . . .	12
2.4	Esquema de transformações aspectuais de Moens e Steedman . . . . .	12
2.5	Evento núcleo (Combinação de Reichenbach e Moens e Steedman) . . . . .	16
3.1	Esquema verbal proposto por Kamp e Reyle . . . . .	31
3.2	Denotação do verbo com a aplicação do pretérito . . . . .	32
3.3	Operador aspectual progressivo . . . . .	34
4.1	CrITÉrios de divisão do participio . . . . .	41

## RESUMO

Este trabalho trata da representação semântica das sentenças que contêm a perífrase *estar + participio*.

Nosso objetivo é propor uma subdivisão das construções envolvendo o participio. Veremos que o participio pode denotar um estado resultante ou não. Para cada um desses casos, ele pode apresentar uma interpretação ativa ou passiva. Levamos em consideração nesta divisão o tipo de situação expressa pelo verbo, a transitividade do verbo e a voz ativa ou passiva.

Para dar suporte a este trabalho utilizamos a DRT (Discourse Representation Theory) de Kamp e Reyle [11], para representar a semântica das sentenças. Foi utilizado também o cálculo lambda para obter uma análise composicional, em uma implementação baseada em Blackburn e Bos [2].

## ABSTRACT

This dissertation deals with the semantic representation of sentences that contain the periphrasis *estar* + past participle.

Our main concern is to give an account of the possible semantics for the past participle in Portuguese. We will see that the past participle may involve resultant state or non resultant state. Also, in each case we must distinguish between active or passive interpretation. To choose between these possibilities, we must consider the type of situation denoted by the verb, transitivity and active or passive voice.

To support our classification and represent the semantics of sentences, we use the DRT (Discourse Representation Theory) of Kamp and Reyle [11]. We also use the lambda calculus for our compositional analysis, in an implementation similar to the one of Blackburn and Bos [2].

# CAPÍTULO 1

## INTRODUÇÃO

Atualmente, o problema da análise sintática para o processamento de linguagem natural apresenta soluções satisfatórias em muitas linguagens. Contudo, as gramáticas utilizadas necessitam de uma análise semântica, que ainda continua a ser um desafio e motivo de pesquisa. Precisamos de ferramentas de representação do conhecimento, e isto necessita da semântica e conceitos lingüísticos inerentes a cada língua.

Existem vários trabalhos sobre análise de formas verbais e implementações para o processamento da linguagem natural para a língua inglesa, porém poucos para o Português. Neste trabalho estudamos algumas destas implementações e estudos lingüísticos e aplicamos algumas idéias ao português fazendo as adaptações necessárias. Após estudar as características básicas já implementadas para o inglês, implementamos um analisador para interpretação e representação semântica da perífrase que usa o verbo auxiliar *estar* junto com o *particípio*.

Notamos que a perífrase escolhida apresenta uma mesma forma sintática para quatro construções semânticas diferentes. Considere as seguintes sentenças:

- (1) a. Paulo **estava preocupado**.
- b. Paulo **estava acompanhado**.
- c. Paulo **estava foragido**.
- d. A carta **estava assinada**.

No exemplo (1)a o que é denotado é um estado que está ocorrendo a um certo momento. Em (1)b temos a indicação de um estado, como na sentença (1)a, porém percebemos que a sentença está na voz passiva. Em (1)c também temos um estado, mas que resulta de uma ação realizada pelo agente, ou seja, estado resultante de um evento ocor-

rido. Finalmente, em (1)d, também temos um estado resultante, mas diferentemente do que ocorre em (1)c, o sujeito da frase não denota o agente que causa o estado resultante.

É nosso objetivo mostrar que a representação semântica de cada uma delas depende de alguns fatores, entre eles, o tipo de situação referida pelo verbo e como o agente da ação é identificado.

Apresentamos uma proposta que consiste na divisão da representação da perífrase escolhida em quatro casos, e que chamamos de: participio ativo não resultante, participio passivo não resultante, participio ativo resultante e participio passivo resultante. Os critérios usados para a identificação destes casos serão abordados durante toda a dissertação.

Utilizaremos como ferramentas uma semântica lexical, ou seja, uma representação de elementos lexicais que são combinados através de uma análise composicional e geram a representação semântica adequada para cada caso.

Utilizaremos a DRT (Discourse Representation Theory), formalismo semântico proposto por Kamp e Reyle [11]. A representação semântica em DRT, captando o que é expresso pelas sentenças analisadas, consiste num dos objetivos deste trabalho. A DRT consiste na interpretação dinâmica do discurso, e leva em conta o contexto onde cada sentença é interpretada.

No capítulo 2 será feita uma revisão bibliográfica de tempo e aspecto verbal. Baseados nas classificações e teorias já elaboradas sobre tempo e aspecto, poderemos nortear o trabalho e fundamentar nossa contribuição.

O capítulo 3 é dedicado à DRT, que é o formalismo utilizado para representar tempo e aspecto. O formalismo permite a esquematização para a implementação do projeto, ou seja, um dos objetivos do trabalho é chegar a uma representação formal. Os estudos realizados visam a definição da representação a ser utilizada, sendo uma parte muito importante e decisiva para a solução do problema.

No capítulo 4 abordaremos os detalhes lingüísticos e as ferramentas utilizadas. Em um primeiro momento tratamos as perífrases com os verbos *estar* + *gerúndio*. Veremos então que a representação semântica do auxiliar *estar* pode ser usada sem alteração para a

perífrase *estar + participio*. Mostraremos as representações da nossa divisão do *participio* em DRT, que será amplamente discutida. Após a descrição lingüística, comentaremos sobre a implementação do trabalho, a ferramenta desenvolvida e os passos utilizados pela ferramenta para chegar à representação semântica das sentenças.

## CAPÍTULO 2

### TEMPO E ASPECTO

Para o estudo do tempo e aspecto verbal, é preciso estabelecer a distinção e o relacionamento existente entre essas categorias. Assim, começaremos pelo estudo das teorias e classificações feitas por diversos autores. Começaremos pelo estudo dos tempos gramaticais e a influência que estes exercem na interpretação das sentenças. Para fechar o capítulo, abordaremos algumas das principais classificações aspectuais existentes, procurando enfatizar os pontos que servem de base para o nosso trabalho.

#### 2.1 Tempo verbal

O estudo do tempo para a análise das sentenças é de grande importância, pois permite descrever a situação à qual a sentença se refere, localizando-a na linha do tempo. Segundo Reichenbach [16], os tempos gramaticais determinam a localização temporal da situação expressa por uma determinada sentença com relação a um ponto na linha do tempo. Este ponto representa o momento da fala, o momento em que a sentença é proferida. Contudo, esta não é a única função do tempo gramatical, e a indicação temporal parece ser de natureza mais complexa, relacionando determinada situação com o momento da fala, e um outro ponto diferente, no caso o momento de referência.

Se for fixado somente o momento da fala, existiriam apenas três possibilidades de indicar a localização de um determinado ponto na linha do tempo: antes (anterior), durante (simultâneo) e depois (posterior) do momento da fala. Para interpretação dos enunciados como (2), são necessários outros momentos de referência, pois tais enunciados não poderiam ser tratados utilizando-se apenas o momento da fala.

(2) Quando Maria chegou, Pedro tinha saído.

A perífrase *tinha saído* indica que o evento em questão, *a saída de Pedro*, precede o

Past perfect	I had seen John	$\overline{\text{E} \quad \text{R} \quad \text{S}}$
Simple past	I saw John	$\overline{\text{R,E} \quad \text{S}}$
Present perfect	I have seen John	$\overline{\text{E} \quad \text{S,R}}$
Simple present	I see John	$\overline{\text{S,R,E}}$
Simple future	I shall see John	$\overline{\text{S,R} \quad \text{E}}$
Future perfect	I shall have seen John	$\overline{\text{S} \quad \text{E} \quad \text{R}}$

Figura 2.1: Posicionamento dos momentos de Reichenbach para os tempos gramaticais do Inglês

evento da *chegada da Maria*, que serve de momento de referência (R) para a interpretação da sentença. Assim são utilizados por Reichenbach [16] três momentos: momento do evento (E), momento de referência (R) e momento da fala (S). Seguindo este esquema, a figura 2.1 mostra como os momentos de Reichenbach [16] são distribuídos em relação aos tempos gramaticais do inglês. Por exemplo, a sentença *I had seen John* mostra o evento *see John* anterior a um momento de referência onde o evento já tinha acontecido, e tudo isto no passado, que é fixado pelo momento da fala.

Para o português os tempos gramaticais se comportam de forma diferente. Um dos autores que tratam desse assunto para os tempos verbais do português, Ilari [10] procura fazer uma descrição dos tempos gramaticais, baseado em Reichenbach [16]. Ilari [10] enfatiza que o estudo da expressão lingüística do tempo deveria dar conta das seguintes tarefas:

- 1) reconhecer as expressões e construções que indicam tempo, caracterizando sua contribuição à interpretação das sentenças em que ocorrem;
- 2) desenvolver um conjunto de noções e uma metalinguagem adequadas para a descrição das expressões e construções gramaticais que indicam tempo;
- 3) elaborar representações formais das sentenças que tratem as referências temporais nelas contidas, ou seja, procedimentos para construir fórmulas de uma linguagem abstrata e isenta de ambigüidades e uma estrutura sintática que permita exibir as referências temporais das sentenças da língua corrente.

Presente	Paulo sabe a resposta	————— S,R,E
Mais-que-perfeito	Paulo tinha dormido	————— E        R        S
Perfeito	Paulo dormiu	————— R,E        S
Futuro	Paulo dormirá	————— S        R,E

Figura 2.2: Posicionamento dos momentos de Reichenbach para os tempos gramaticais do Português

Baseado nos momentos definidos por Reichenbach [16] (E - evento, R - referência e S - fala), Ilari [10] faz uma configuração destes momentos para os tempos verbais do português, mostrada na figura 2.2.

Para decidir por uma fórmula da figura 2.2, é preciso levar em consideração outros fatores que incidem na interpretação temporal das sentenças, como por exemplo, os advérbios temporais. O esquema apresentado por Ilari [10] para o Português não é completo. Certamente, é um assunto que merece estudos complementares.

Neste capítulo comentamos rapidamente sobre como representar a relação temporal nas sentenças. Voltaremos a discutir este assunto ao tratarmos dos formalismos que iremos utilizar.

## 2.2 Aspecto

Nesta seção será abordado o aspecto. O aspecto se refere ao tipo de situação que o verbo expressa. Para isto, o primeiro passo é distinguir entre classe aspectual (também chamada *Aktionsart*) e aspecto gramatical. A classe aspectual diz respeito a uma classificação verbal, puramente lexical como é o caso das classes aspectuais de Vendler [20]. O aspecto de uma sentença, por sua vez, envolve a noção de classe aspectual e será o resultado da interação entre a classe aspectual do SV (sintagma verbal) com os outros componentes da sentença, como SN (sintagmas nominais) e advérbios. Um sintagma é uma seqüência de palavras que formam uma unidade significativa. Assim, por exemplo, um SV possui como núcleo um verbo e um SN possui como núcleo um substantivo.

### 2.2.1 Classificação de Vendler

Vamos descrever as classes aspectuais, baseados em Vendler [20], que realizou esta tarefa para as formas verbais do inglês. Para Vendler [20], o tempo gramatical não se limita apenas à distinção entre presente, passado e futuro. Assim, a escolha de um determinado tempo verbal é também um modo particular de pressupor e perceber a noção de tempo descrito pela forma verbal.

O autor propõe uma classificação que considera certas características intrínsecas na expressão verbal, e que justifica e limita a escolha e uso das formas verbais. Contudo, existem verbos que se enquadram em dois ou mais dos esquemas temporais propostos.

A classificação de Vendler [20] distingue verbos que aceitam a forma progressiva dos que não a aceitam. Dentre os verbos ou sintagmas verbais que admitem forma progressiva existem os que denotam ações de duração determinada, que são chamados de *accomplishment*, e que possuem um ponto específico na linha do tempo para o término da ação:

- (3) a. Maria escreveu uma carta. / Maria estava escrevendo uma carta.  
 b. Paulo construiu uma casa. / Paulo estava construindo uma casa.

Os verbos que denotam ações que prosseguem no tempo de forma homogênea, são chamados verbos de atividade.

- (4) a. Maria caminhou no parque. / Maria estava caminhando no parque.  
 b. Pedro assistiu televisão. / Pedro estava assistindo televisão.

Os verbos que normalmente, pelo menos na língua inglesa, não aceitam a forma progressiva, como os verbos *achievement*, se relacionam com um instante de tempo definido:

- (5) a. Pedro venceu a corrida. / ? Pedro estava vencendo a corrida.<sup>1</sup>  
 b. Paulo alcançou o topo da montanha. / ? Paulo estava alcançando o topo.

---

<sup>1</sup>O símbolo ? é utilizado quando a sentença deixa dúvidas em sua aceitação.

Como dissemos estes verbos não aceitam a forma progressiva, mas como o próprio Vendler [20] discute, no caso *estar vencendo* o verbo seria considerado de atividade e não *achievement*.

Os verbos de estado não envolvem mudanças e se apresentam de forma constante:

(6) a. Maria foi professora. / \* Maria estava sendo professora.<sup>2</sup>

b. Paulo amou Maria. / \* Paulo estava amando Maria.

Assim, pelo menos em inglês, existem dois grandes grupos de verbos: os que aceitam a forma progressiva (*atividade e accomplishment*), e os que não aceitam (*achievement e estado*)

Os verbos de atividade não devem ser confundidos com os *accomplishment*, pois se alguém estiver *cantando* ou *trabalhando* (atividade) e *parar*, ainda assim é possível dizer que a pessoa *cantou* ou *trabalhou*, enquanto que se a mesma pessoa estiver *desenhando um círculo* ou *construindo uma casa* e for interrompida, não se pode dizer que ela *desenhou o círculo* ou que ela *construiu a casa*. Este tipo de ação possui um ponto terminal que pode ou não ter sido alcançado, e o valor de verdade da totalidade não se estende às suas partes.

Não se deve confundir *achievement* com *accomplishment*, pois o *accomplishment* pressupõe que a ação tenha uma duração. Considere o seguinte exemplo:

(7) Levei uma hora para escrever a carta.

A ação se estende por toda aquela hora, e é possível dizer que *estou escrevendo uma carta* em qualquer momento dentro daquele período. Por outro lado os verbos *achievement* não indicam continuidade da ação. Por exemplo,

(8) Pedro levou três horas para chegar ao topo.

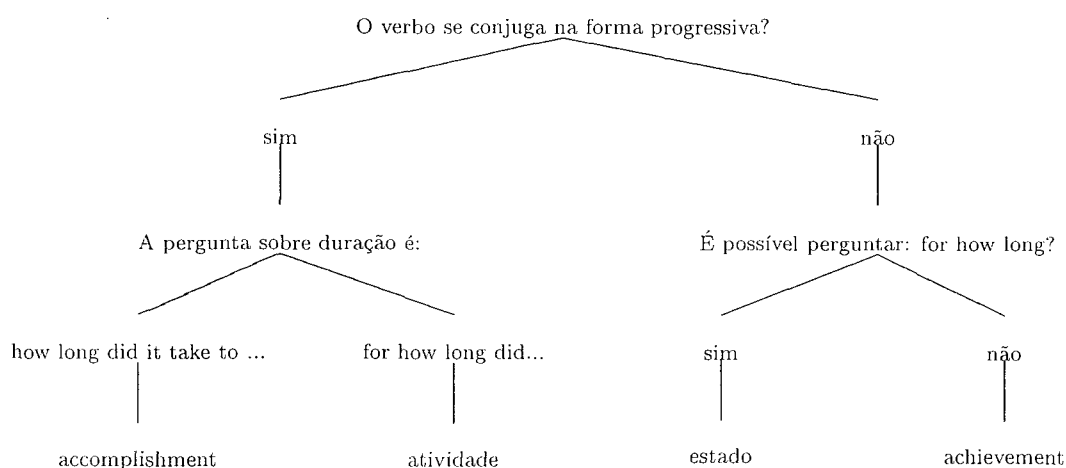
O *chegar ao topo* propriamente dito não durou três horas, mas sim, a *subida* que durou. Assim, sempre que alguém disser *estou chegando ao topo*, estará se referindo a um momento ou intervalo que precede o momento de *chegar ao topo*.

---

<sup>2</sup>O símbolo \* é utilizado quando uma sentença é considerada agramatical.

Para os verbos de estado, o fato de não combinarem com formas progressivas é suficiente para que não sejam confundidos com verbos de atividade e *accomplishment*, e o fato de apresentarem duração é suficiente para fazer a distinção em relação aos verbos *achievement*. Normalmente o critério do progressivo é problemático para o Português.

Em resumo, Ilari [9] hierarquiza as classes aspectuais de Vendler [20] segundo o seguinte esquema:



Para o português, a distinção em aceitar a forma progressiva parece não ser totalmente válida, pois quase todos os verbos do português podem ser conjugados na forma progressiva. Segundo Ilari [9], podemos usar critérios alternativos para utilizar a classificação de Vendler [20]. Ainda segundo Ilari, aplicando-se a classificação de Vendler, sem “adaptação” é possível distinguir três classes: processo pontual, incompatível com duração; processos duráveis, com a idéia de tempo gasto; e processos duráveis indicando tempo escoado.

### 2.2.2 Abordagem de Smith

Outra classificação influente que encontramos na literatura é a da Carlota Smith [17]. A autora apresenta as classes aspectuais como tipos de situação e o aspecto como tipos de pontos de vista (*viewpoints*).

O tipo de situação de uma sentença, segundo Smith [17], classifica evento e estado

de acordo com suas propriedades temporais. As propriedades temporais utilizadas para estabelecer a classificação são dinamismo, duratividade e telicidade.

A distinção entre eventos télicos e atélicos está em existir ou não um ponto final para a situação descrita pelo verbo: um objetivo, ponto de culminância ou outra mudança de estado. Eventos télicos tem ponto final natural e atélicos não.

A propriedade de dinamismo separa estados de eventos. A propriedade de duratividade se refere ao fato de um evento ser pontual ou durativo.

O item (9) resume os tipos de situação, e suas respectivas características.

- (9) a. *Estados*: estáticos, durativos;
- b. *Atividades*: dinâmicas, durativas e atélicas;
- c. *Accomplishment*: dinâmicos, durativos, télicos;
- d. *Semelfactivos*: dinâmicos, atélicos e instantâneos;
- e. *Achievement*: dinâmicos, télicos e instantâneos;

Os exemplos para cada classe podem ser vistos no item (10):

- (10) a. *Estados*: Paulo amou Maria.
- b. *Atividades*: Pedro caminhou no parque.
- c. *Accomplishment*: Jorge construiu uma casa.
- d. *Semelfactivos*: Um homem bateu na porta.
- e. *Achievement*: O atleta do Brasil venceu a corrida.

Algo a mais que descreve Smith [17] é o aspecto gramatical, classificado por ela como pontos de vista (*viewpoints*). Os pontos de vista envolvem os pontos inicial e final de uma situação. Serão apresentados os tipos de pontos de vista (*viewpoints*) no item (11) a seguir:

- (11) a. *Perfectivo*: focaliza a situação por completo, incluindo o ponto inicial e final.

- b. *Imperfectivo*: focaliza parte da situação, não inclui nem o ponto inicial e nem o final.

O significado aspectual é apresentado na sentença completa e não apenas em verbos ou sintagmas verbais. Isto foi mostrado também e com maior profundidade por Verkuyl [22]. Sentenças de diferentes tipos de situação que diferem somente nos complementos dos verbos ou estrutura interna dos argumentos dos verbos apresentam, por exemplo, diferenças em telicidade:

- (12) a. Maria caminhou no parque. (atélico)  
 b. Maria caminhou para a escola. (télico).  
 c. Paulo fumou cigarros. (atélico)  
 d. Paulo fumou um cigarro. (télico).

A sentença (12)a possui um complemento de localidade, enquanto (12)b tem um complemento direcional. O sintagma nominal objeto de (12)c refere-se a quantidades incontáveis, e o objeto de (12)d refere-se a quantidades específicas. Os eventos são diferentes em especificidade, pois fumar um cigarro tem um ponto final claro, mas fumar cigarros é um evento atélico que pode continuar indefinidamente.

### 2.2.3 Abordagem de Moens e Steedman

A proposta de Moens e Steedman [12] será bastante utilizada em nosso trabalho. A abordagem é baseada no que os autores chamam de *núcleo*, termo este que denota a associação de um *ponto de culminância* com um *processo preparatório* e um *estado conseqüente*. O esquema da figura 2.3 determina as classes aspectuais dos verbos.

É feita uma divisão das categorias aspectuais em dois grandes grupos: eventos e estados. Como eventos temos os verbos *achievement*, *accomplishment*, pontual e atividade. Os estados podem ser progressivo, conseqüente e habitual. Isto pode ser visualizado na figura 2.4.

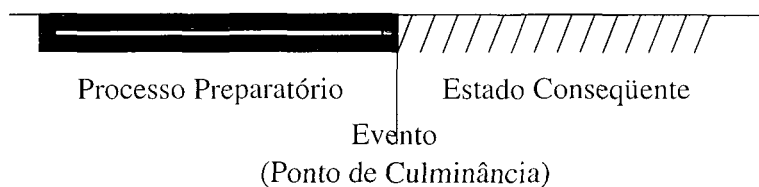


Figura 2.3: Evento núcleo (adaptado de Moens e Steedman 1998)

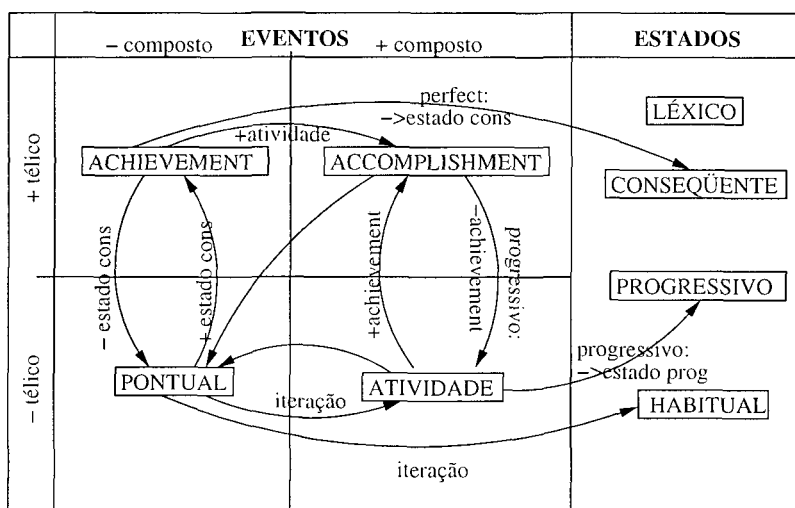


Figura 2.4: Esquema de transformações aspectuais de Moens e Steedman

Então os eventos são subdivididos em quatro tipos: culminância (*achievement*), expressão pontual, processo (atividade) e processo com culminância (*accomplishment*)<sup>3</sup>. Os pontuais e a culminância correspondem ao que Vendler [20] chama de *achievement*.

Uma culminância (*achievement*) é um evento pontual acompanhado por uma mudança no estado das coisas do mundo, e o estado resultante desta mudança é denominado estado conseqüente do evento. O exemplo (13) mostra um evento com culminância:

(13) Paulo alcançou o topo da montanha.

Uma expressão pontual é vista como um todo indivisível. Do ponto de vista do núcleo, as conseqüências não são relevantes para o discurso, ou seja, o verbo não identifica naturalmente um estado conseqüente. A seguir o exemplo (14) mostra uma expressão pontual:

(14) Paulo soluçou.

<sup>3</sup>Adotamos as idéias de Moens e Steedman [12], porém utilizaremos a nomenclatura de Vendler [20], como a maioria dos autores.

No exemplo (13), o *alcançar o topo* é um evento pontual que traz um novo estado de coisas ao mundo. Neste caso, o processo preparatório não é parte do verbo, e o estado conseqüente é o fato de *Paulo estar no topo da montanha*. No (14), o fato de *Paulo soluçar* não implica que ele esteve num processo preparatório para isto, e nem que teremos um estado conseqüente decorrente deste fato.

A categoria aspectual *processo* (atividade) é constituída por eventos que se estendem no tempo, mas não apresentam qualquer culminância ou conclusão em particular. Expressões deste tipo podem se combinar com advérbios formados com *durante*, mas não com advérbios formados com *em*, pois denotam apenas processos. Estas observações se referem ao teste do advérbio para o inglês. O exemplo (15) mostra um *processo* (atividade):

(15) Paulo caminhou.

Assim com o teste do advérbio, é possível dizer *Paulo caminhou durante 3 horas*, mas não que *Paulo caminhou em 3 horas*.

O tipo aspectual *processo com culminância* (*accomplishment*) faz referência a eventos que se estendem no tempo e que apresentam um ponto de culminância, combinando bem com advérbios formados com *em* e não com advérbios formados com *durante*. O exemplo (16) apresenta um *processo com culminância*:

(16) Paulo subiu ao topo.

Neste momento cabe uma observação relativa ao teste dos advérbios *durante* e *em* para o português. Para isto vamos abordar os seguintes exemplos:

(17) Paulo escalou o pico marumbi durante duas horas.

(18) Paulo escalou o pico marumbi em duas horas.

As duas sentenças são bem formadas em português, porém, para cada uma delas podemos observar que o advérbio modifica a classe aspectual da sentença. No caso do (17) temos um processo (atividade) realizado durante o período do advérbio. No caso do

(18) temos um processo com culminância (*accomplishment*) com o ponto de culminância sendo o término das duas horas.

As categorias que acabamos de apresentar se referem a eventos, que são acontecimentos com início e fim bem definidos. Existe um tipo aspectual cujo estado das coisas se estende na linha do tempo, que são os estados. O exemplo (19) mostra um estado:

(19) Paulo está no topo.

A figura 2.4 mostra os critérios que levam Moens e Steedman [12] a propor esta classificação. Para distinguir os eventos são consideradas duas dimensões: o contraste entre pontualidade e extensão temporal (-composto, +composto); e a associação, ou não, com um estado conseqüente (-télico, +télico).

A figura 2.4 mostra também as classes aspectuais e os operadores que propiciam a transformação de uma classe para outra. Os operadores principais são *progressivo* e o *perfect*. Para exemplificar o *progressivo*, considere o exemplo (20):

(20) Paulo caminhou na praia.

O exemplo (20) mostra um verbo classificado como de atividade. Vejamos agora este verbo de atividade sendo usado na forma progressiva:

(21) Paulo estava caminhando na praia.

No caso do (21), o operador de progressivo transforma a atividade em estado progressivo diretamente, como mostrado na transição *progressivo*: $\rightarrow$ *estado prog* da figura 2.4. Aqui existe uma diferença de classificação entre Moens e Steedman [12] que classifica a sentença (21) como estado, e Vendler [20] que mantém a classificação da sentença (21) como atividade.

No caso do verbo não ser de atividade como no exemplo (22), ainda assim é possível chegar ao progressivo:

(22) Paulo alcançou o topo da montanha.

Neste caso o verbo é um *achievement*, que em Português na forma progressiva corresponderia à sentença (23):

(23) Paulo estava alcançando o topo da montanha.

O que acontece segundo Moens e Steedman [12] é a transformação do verbo em atividade, para depois aplicar o progressivo. Esta transformação é feita com a identificação do *processo preparatório* que transforma o verbo em *accomplishment* através da transição *+atividade*. Após esta transformação é retirado o *ponto de culminância* através da transição *-achievement* e o verbo passará a atividade. Em seguida com o operador de progressivo teremos como resultado o estado progressivo.

Para o operador *perfect* temos a mudança para o estado conseqüente. Esta transformação pode ser vista no seguinte exemplo:

(24) a. Paulo arrived.

b. Paulo has arrived.

A sentença (24)a contém o verbo *arrive* que é um *achievement*. Através do operador *perfect*, mostrado na figura 2.4, aplicado a um verbo *achievement*, obtemos um estado conseqüente, representado pela sentença (24)b. Se o verbo for de outra classe aspectual é necessário prover uma transição para que ele se transforme em *achievement* e então com o *perfect* transformá-lo em estado conseqüente.

Em português, a nossa classificação traz o chamado particípio ativo resultante, que está presente no exemplo (25), e que utilizaria o mesmo operador *perfect*.

(25) Paulo estava foragido.

Esta é uma das razões pela qual utilizaremos as idéias de Moens e Steedman [12] em nosso trabalho, porém como já dissemos utilizando a nomenclatura de Vendler [20].

Um trabalho onde a ontologia de Moens e Steedman [12] foi utilizada é o de Blackburn et al. [3]. Neste trabalho os autores afirmam que as idéias de Moens e Steedman [12]

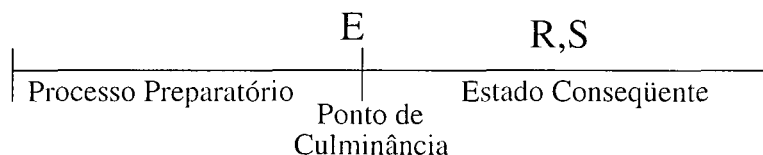


Figura 2.5: Evento núcleo (Combinação de Reichenbach e Moens e Steedman)

fornece um grande subsídio para a semântica temporal (incluindo tempo, referência temporal, aspecto e modificações adverbiais).

O trabalho de Moens e Steedman [12] fornece um bom subsídio para a semântica temporal, sendo bastante abrangente. A crítica maior em relação ao trabalho é a pouca formalização.

Para formalizar a abordagem e explorar os mecanismos usados por Moens e Steedman [12], Blackburn et al. [3] descrevem uma estrutura que chamam de BAF (Back-and-forth structures). Os autores estudam a construção do *present perfect* dizendo que este tempo verbal tem resistido a uma análise formal. Para Reichenbach [16] o tempo de referência do *present perfect* é para ser a perspectiva temporal da qual a descrição do evento é vista.

Embora a abordagem de Reichenbach [16] consiga captar a intuição sobre o uso do *present perfect*, ainda restam dois problemas. Primeiro, a natureza do tempo de referência e como ele é determinado. Segundo, a descrição falha na combinação com certas classes aspectuais.

A idéia é que um evento (ou núcleo na terminologia de Moens e Steedman [12]) é uma estrutura consistindo de uma *fase preparatória*, um *ponto de culminância* e um *estado conseqüente*, já comentados. Dadas tais estruturas, a função do *present perfect* é situar o tempo de referência no *estado conseqüente* cobrindo o evento que está sendo descrito. Assim, seguindo o esquema de Reichenbach [16] juntando com o de Moens e Steedman [12], o *present perfect* é descrito como na figura 2.5.

Esta descrição incorpora a intuição central de Reichenbach [16], e elimina os aspectos problemáticos: o ponto de referência é dado mais precisamente, e alocado no estado conseqüente; a má formação de sentenças envolvendo expressões estativas, processos e expressões pontuais é explicada por estas expressões não serem usadas para descrever

estados ou partes da estrutura de eventos que não incluem o estado conseqüente. Estas expressões não envolvem a noção de estado conseqüente, elas não podem ser usadas no *present perfect*.

Para finalizar esta seção, a tabela 2.1 coloca lado a lado as classes aspectuais correspondentes de Moens e Steedman [12] e de Vendler [20].

Moens e Steedman	Vendler
Estado	Estado
Processo	Atividade
Processo com culminância	Accomplishment
Pontual	Achievement
Pontual com culminância	Achievement

Tabela 2.1: Tabela de correspondência de classes aspectuais

Na tabela 2.1 podemos observar que os verbos pontuais e pontuais com culminância correspondem ao que Vendler [20] chama de *Achievement*. Outra observação, já comentada, é que para Moens e Steedman [12] temos os estados progressivos, diferentemente de Vendler [20] que não considera o progressivo como estado.

## 2.3 Tempo e aspecto em Português

Para o português temos poucos trabalhos que tratam de tempo aspecto verbal. Já mencionamos o estudo de Ilari [10] e agora apresentaremos alguns detalhes do trabalho de Travaglia [18] que nos ajudaram a compreender melhor o tema. Em seguida veremos a base lingüística que foi utilizada como ponto de partida de nossa implementação, apresentado por Oliveira [13].

### 2.3.1 Tempo e aspecto segundo Travaglia

Para o estudo do tempo e aspecto em Português, abordamos a classificação feita por Travaglia [18]. O trabalho realizado por este autor traz intuições importantes para a compreensão das características relacionadas a tempo e aspecto. Optamos por abordar esta classificação por ter sido relevante para a consolidação dos nossos conhecimentos,

apesar de não utilizarmos a classificação diretamente na implementação do trabalho.

A abordagem começa com a categoria de tempo, que segundo Travaglia [18], funciona como o momento da ocorrência da situação em relação ao momento da fala: anterior (passado), simultâneo (presente) e posterior (futuro). O tempo é considerado uma categoria dêitica, pois indica o momento da situação em relação ao enunciado.

Em seguida, temos considerações sobre a categoria de aspecto, que é não dêitica, se refere a situação em si. Esta categoria marca a duração da situação e (ou) suas fases. As fases podem ser consideradas sob diferentes pontos de vista: desenvolvimento, completamento e realização da situação.

Seguindo o estudo, em Travaglia [18] observamos que as situações, que interferem no aspecto expresso, são as situações télicas e atélicas, situações dinâmicas (processos e eventos) e estáticas (estados), e as situações que não admitem descontinuidade no seu tempo de existência.

Nas situações estáticas e dinâmicas, a caracterização é feita pela fase de desenvolvimento em que a situação está. A situação estática aparece quando as fases são idênticas e a situação dinâmica quando as fases da situação são diferentes, havendo então mudança de uma fase para outra.

As situações dinâmicas são subdivididas em: **processos**, que são situações que duram através do tempo, ou seja são situações dinâmicas durativas; **eventos**, que são situações dinâmicas pontuais, momentâneas, não-estendidas. A seguir alguns exemplos:

(26) Processos: correr, mastigar, caminhar, assistir.

(27) Eventos: pular, bater, chegar, vencer.

Pelos exemplos acima, podemos notar a ausência das classes aspectuais *accomplishment* e *achievement* de Vendler [20], Neste caso, Travaglia [18] considera processo como sendo uma atividade nos termos de Vendler [20], propõe ainda a terminologia de processo télico, equivalente ao *accomplishment*, evento pontual e evento télico equivalente ao *achievement*, por achar mais claro para a sua classificação.

Mais importante para o nosso trabalho, é a afirmação de Travaglia [18] sobre o particípio, onde o autor destaca esta forma como apresentando a situação como concluída. No caso da perífrase de *estar + participio*, Travaglia [18] a diferencia aspectualmente das demais perífrases de *estar* por representar sempre um estado.

Para concluir, nas perífrases de *estar* com pretérito perfeito do indicativo, se o particípio indicar um estado que não pode cessar, teremos uma frase ruim, inaceitável com estas formas. Vejam alguns exemplos:

- (28) a. \* O filhote esteve nascido.  
 b. \* A música esteve cantada.  
 c. \* Os vinte Km estiveram percorridos.

### 2.3.2 Abordagem de Oliveira

Passamos agora a tratar da fundamentação lingüística que será bastante utilizada em nosso trabalho, e que serve como ponto de partida para a implementação.

Em sua tese de mestrado, Oliveira [13], analisa uma particularidade da língua portuguesa que não encontra paralelo na língua inglesa. Baseado no trabalho de Godoy [8], Oliveira [13] afirma que existem duas possibilidades de construção das formas progressivas no tempo passado no português:

(29) Paulo estava viajando.

(30) Paulo esteve viajando.

As duas sentenças apresentam o tempo passado e a forma progressiva, porém os significados de (29) e (30) não são idênticos.

A diferença entre as sentenças (29) e (30) é explicada pela relação entre o tempo de duração do evento com um outro tempo que serve para localizá-lo no tempo, o tempo de localização<sup>4</sup>. Em (30) onde temos o aspecto perfectivo, o estado está contido no tempo de

---

<sup>4</sup>Maiores detalhes sobre o tempo de localização encontram-se na apresentação do formalismo que iremos utilizar.

localização e em (29), temos o estado se comportando como em inglês, ou seja, o tempo de localização está contido no estado, apresentando assim um aspecto imperfeito.

O fato do estado estar contido no tempo de localização, no caso do aspecto perfectivo, permite que a situação seja vista de uma perspectiva externa, apresentando pontas<sup>5</sup> e permitindo a seqüência do discurso. Para analisar este fato apresentamos o seguinte exemplo:

(31) a. Eu estava na maternidade quando meu filho nasceu.

b. Eu estive na maternidade quando meu filho nasceu.

No caso do exemplo (31)a o tempo de localização está contido no tempo de evento, devido ao seu caráter imperfeito. No caso *Eu estava na maternidade* no momento em que *meu filho nasceu*. Para o exemplo (31)b o aspecto perfectivo cria pontas para a primeira sentença, permitindo a seqüência do discurso, ou seja, somente depois que *meu filho nasceu* é que *Eu o visitei*.

No trabalho de Gagnon et al. [7] é feita uma implementação das idéias expostas acima. No referido trabalho, os autores fazem uma implementação composicional<sup>6</sup> da perífrase *estar + gerúndio*. Aproveitaremos esta implementação e pretendemos fazer o mesmo com o *estar + participio* usando o mesmo *estar*, ou seja, a representação do auxiliar ficará a mesma, fazendo uma composição com o *gerúndio* ou *participio* e obtendo-se como resultado a representação das sentenças em que estas construções aparecem.

---

<sup>5</sup>A situação do verbo é apresentada como tendo sido completada.

<sup>6</sup>Detalhes e conceitos da implementação composicional serão dados em nossa implementação.

## CAPÍTULO 3

### UM FORMALISMO SEMÂNTICO PARA TEMPO E ASPECTO

Apresentaremos um formalismo que trata de tempo e aspecto: a DRT (Discourse Representation Theory), proposta por Kamp e Reyle [11]. As principais características da DRT são: resolução de anáfora temporal, ou seja, a seqüência temporal das sentenças que compõem o discurso; anáfora pronominal que é a relação do pronome encontrado em uma sentença com um substantivo já citado em sentenças anteriores; e interpretação dinâmica das sentenças, ou seja, a mudança de contexto que cada sentença representa. Todos estes fatores estão relacionados com a ordem em que as sentenças aparecem no discurso. O discurso é entendido aqui como uma seqüência de sentenças.

A DRT trabalha com a lógica e a semântica das línguas naturais. A interpretação de sentenças e textos é representada por DRS (Discourse Representation Structures), que são estruturas de representação do discurso formadas através de regras de construção.

As DRS são constituídas por um conjunto de referentes do discurso, chamado de universo da DRS, e um conjunto de condições que os referentes do discurso devem satisfazer. Os referentes do discurso são representados no topo da DRS e as condições logo abaixo.

A interpretação de uma sentença se apóia na estrutura sintática da própria sentença e na DRS que representa o contexto das sentenças anteriores. Quando a sentença a ser interpretada for uma sentença inicial, é assumido uma DRS vazia. Considere o exemplo:

(32) Paulo ouve Beethoven.

No exemplo (32), a primeira observação é que a sentença possui um sujeito e um predicado. Sintaticamente, a combinação de um SN sujeito e um SV predicado significa que o indivíduo indicado pelo SN satisfaz o predicado expresso pelo SV. Esta informação é representada na DRS por um referente do discurso, que representa o indivíduo, e o referente do discurso satisfaz o predicado.

(33) [x ouve Beethoven]

A representação deve também captar a informação de que o referente do discurso  $x$  representa o indivíduo indicado pelo SN, no caso *Paulo*.

(34) Paulo( $x$ )

As condições (33) e (34) são representadas em DRS conforme a seguir:

(35)

$x$
Paulo( $x$ )
[ $x$ ouve Beethoven]

A DRS (35) possui uma condição redutível, indicada no caso pelos colchetes, [ $x$  ouve Beethoven], que pode ser decomposta. Para concluir a DRS, é necessário introduzir um novo referente do discurso para o SN *Beethoven*, acrescentando duas novas condições. Primeiro é colocado um novo referente do discurso  $y$  no universo da DRS, e depois identifica-se o SN *Beethoven* com o referente do discurso  $y$ . Após a análise do predicado da sentença, o resultado da representação é a DRS (36):

(36)

$x$ $y$
Paulo( $x$ )
Beethoven( $y$ )
ouve( $x, y$ )

Quando a construção envolver pronomes, a DRS deve explicitar o caráter anafórico<sup>1</sup> dos mesmos através da identificação do pronome com seu antecedente. Se for acrescentado *Ele o admira* à sentença (32) obtém-se o seguinte discurso:

(37) Paulo ouve Beethoven. Ele o admira.

Para representar esta nova sentença, é utilizada a mudança de contexto<sup>2</sup> que a primeira sentença representou. Então, é substituído o pronome *ele* pelo referente do discurso  $u$ , e

<sup>1</sup> Anáfora é a relação estabelecida com o conhecimento prévio adquirido, ou seja, referência a elementos inseridos anteriormente no discurso.

<sup>2</sup> Na seqüência do discurso, cada sentença muda o contexto onde as demais serão interpretadas.

este referente possui uma relação anafórica com o referente  $x$  da primeira sentença. Para indicar a relação anafórica entre o pronome *o* e o SN *Paulo*, é necessário introduzir um novo referente do discurso  $v$  e fazer a relação dele com seu antecedente  $y$  que é o referente do discurso que indica *Paulo*. A DRS final fica conforme a seguir:

$$(38) \begin{array}{|l} \hline x \ y \ u \ v \\ \hline Paulo(x) \\ Beethoven(y) \\ ouve(x, y) \\ u = x \\ v = y \\ admira(u, v) \\ \hline \end{array}$$

Esta representação final da DRS possui uma condição de verdade bem definida. A DRS será verdadeira se existirem indivíduos  $a$  e  $b$  de modo que  $a$  satisfaça a condição  $Paulo(x)$ ,  $b$  satisfaça a condição  $Beethoven(y)$  e  $a$  e  $b$  satisfaçam a condição  $ouve(x, y)$ . Ou seja,  $a$  deve ser o indivíduo com o nome de *Paulo*,  $b$  deve ser o compositor chamado *Beethoven* e  $a$  deve ouvir as composições de  $b$ . De modo similar, *Ele o admira* será verdadeiro se houver indivíduos  $c$  e  $d$ , correspondentes a  $a$  e  $b$  e que juntos satisfaçam a condição  $admira(u, v)$ .

Portanto, uma DRS é verdadeira desde que seja possível encontrar indivíduos para cada um dos referentes do discurso no universo, de modo que as condições que a DRS contém para cada referente do discurso sejam satisfeitas pelos respectivos indivíduos.

Outro item importante na DRT é a compatibilidade com a linguagem de primeira ordem, sendo possível mapear fórmulas de primeira ordem para uma DRS, e vice-versa, preservando a satisfatibilidade.

### 3.1 Representação do tempo na DRT

Para elaborar estruturas de representação do discurso (DRS) que representem a linguagem natural, é imprescindível que sejam introduzidos operadores que possibilitem a localização temporal e a estrutura aspectual das sentenças a serem representadas.

A representação apresentada acima não contém informações sobre as extensões dos predicados em mais de um tempo. Considere o seguinte exemplo

(39) Pedro tem uma casa. Ele a comprou de Paulo.

	$x$	$y$	$z$	$u$	$v$
(40)	$Pedro(x)$				
	$casa(y)$				
	$tem(x, y)$				
	$z = x$				
	$u = y$				
	$Paulo(v)$				
	$compra(z, u, v)$				

Na representação acima, a extensão de um predicado é constituída pelos indivíduos, ou pelo conjunto de indivíduos, que podem satisfazer a predicação do verbo, ou a relação expressa nele. Para que um modelo possa representar as informações temporais contidas no discurso, bem como sua estrutura aspectual, ele deve prover, para cada tempo  $t$ , a extensão de todos os predicados da língua em  $t$ , ou seja, deve ser uma estrutura que associe a cada tempo  $t$  um modelo.

Algumas tentativas já foram feitas no sentido de representar a estrutura temporal do discurso. Uma das tentativas feitas na lógica de predicados, consiste em incluir dois operadores temporais, introduzidos primeiramente por Prior [15]:  $\mathbf{P}$  para o passado, e  $\mathbf{F}$  para o futuro.

De acordo com os operadores de tempo gramatical,  $P\phi$  é verdadeiro num dado momento  $t$  se existir um momento  $t'$ , anterior a  $t$ , no qual  $\phi$  é verdadeiro. Do mesmo modo,  $F\psi$  é verdadeiro num momento  $t$ , se  $\psi$  é verdadeiro num momento  $t'$  posterior a  $t$ . Assim, o valor de verdade de uma dada fórmula não depende apenas de um modelo em particular, em relação ao qual a fórmula esteja sendo avaliada, mas também do momento no qual a avaliação acontece. Sob este novo ponto de vista, o exemplo (39) ficaria assim:

$$\exists x \exists y (x = \text{Pedro} \wedge casa(y) \wedge possui(x, y) \wedge \exists z (z = \text{Paulo} \wedge \mathbf{P} compra(x, y, z)))$$

Esta representação mostra-se insuficiente para representar seqüências temporais mais complexas como a seguir:

(41) Paulo está cuidando do bebê desde que Maria saiu.

O exemplo (41) não pode ser representado com os operadores **P** e **F**, pois *Paulo está cuidando do bebê* é verdadeiro<sup>3</sup> em todos os momentos, desde que *Maria saiu*, e não por apenas um momento como estes operadores exigem que sejam interpretados.

Esta representação refere-se a momentos de tempo, e quase sempre as sentenças podem corresponder a intervalos maiores de tempo, e não a um momento indivisível. Por outro lado, a semântica de intervalo, apresentada no trabalho de Van Benthem [19], também apresenta sérios problemas. Considere um intervalo *i* constituído de duas partes *i*<sub>1</sub> e *i*<sub>2</sub> onde Maria esteja doente na primeira parte e saudável na segunda. Qual seria o valor de verdade para *Maria está doente* no intervalo *i*? Não é possível responder nem sim nem não, pois, é necessário que a situação ocorra em todo o intervalo *i*.

Quando, por exemplo, alguém está *escrevendo uma tese*, não é possível atribuir a esta atividade valor de verdade com relação a um instante (momento) de tempo, nem a um intervalo *i*, uma vez que nem todos os subintervalos contidos em *i* apresentam o mesmo valor de verdade, ou seja, ninguém *escreve uma tese* sem interrupções.

Diante de tal dificuldade, Kamp e Reyle [11] adotam uma terceira alternativa: a semântica baseada em eventos, primeiramente introduzida por Davidson [6]. É necessário separar eventos, representados na DRS por **e**, de estados, representados na DRS por **s**, uma vez que, eventos e estados apresentam comportamento semântico diferente. É preciso também explicitar que o referente do discurso que representa o evento tem *status* diferente dos outros referentes do discurso, e que o evento **e** está temporalmente contido em seu tempo de localização **t**. Considere o exemplo:

(42) Maria escreveu a carta no domingo.

---

<sup>3</sup>O valor de verdade é estabelecido em relação a um intervalo.

$n \ e \ x \ y \ t$
$Maria(x)$
$carta(y)$
(43) $Domingo(t)$
$t < n$
$e \subseteq t$
$e : \text{escrever}(x, y)$

O referente do discurso  $e$  especifica o evento:  $x$  escrever  $y$ . A condição  $e \subseteq t$  significa que  $e$  está temporalmente incluído em  $t$ , seu tempo de localização<sup>4</sup> que é *domingo*. Um evento deve estar sempre contido em seu tempo de localização, segundo Kamp e Reyle [11].

A localização temporal de  $e$  é representada com o auxílio da introdução de um novo referente do discurso  $n$ : este referente sempre representa o momento do enunciado (o momento do enunciado é por definição instantâneo), e a condição  $t < n$  indica que o evento é anterior ao momento em que o enunciado é proferido, isto é, está no passado.

Para a construção das DRS, Kamp e Reyle [11] fazem uso de dois traços: TENSE e  $\pm$ STAT. O primeiro diz respeito ao tempo cronológico, podendo este ser *presente*, *passado* ou *futuro*, se a localização temporal da eventualidade<sup>5</sup> se encontrar antes, durante ou depois do momento da fala, respectivamente. O valor do tempo gramatical (passado, presente e futuro) de uma determinada sentença  $S$  é determinado pelo tempo gramatical que o verbo de  $S$  apresenta.

O segundo traço diz respeito ao tipo de eventualidade que a sentença denota. Este traço apresenta valor positivo, (+STAT), quando a sentença denotar um estado, ou negativo, (-STAT), quando se tratar de um evento.

As sentenças são interpretadas como sendo temporalmente relacionadas com as sentenças que as precedem. Para que a DRS possa localizar temporalmente as sentenças de

<sup>4</sup>O tempo de localização é a localização temporal para o estado ou evento, geralmente identificado pelo advérbio ou pelo contexto.

<sup>5</sup>O termo eventualidade de Bach [1] é utilizado para designar um fato que tem uma localização no tempo, podendo ser um estado ou evento.

um discurso, o algoritmo deve fazer uso de uma localização que normalmente é o último evento e introduzido pela seqüência. Veja o seguinte exemplo:

- (44) a. Maria entrou na lanchonete.  
 b. Ela estava usando um colar.  
 c. Paulo serviu um refrigerante a ela.

(45)

$n e t x y$
$e \subseteq t$
$t < n$
$Maria(x)$
$lanchonete(y)$
<b>e : entrar(x, y)</b>

Na representação da primeira sentença (44)a, não é considerada a relação com outra sentença, pois no início existe apenas a DRS vazia. A partir da segunda sentença de um discurso no passado, que é o caso de (44)b, é necessário, então, introduzir a representação de uma nova condição: a relação da eventualidade expressa pela sentença atual - representada na DRS (46) por **s**, por se tratar de um estado - com uma outra eventualidade, representada por **e**, já presente na DRS (45).

Quando a eventualidade da sentença for um estado **s**, a relação será de inclusão do contexto anterior **e** neste estado ( $e \subseteq s$ ); quando a eventualidade da sentença for um evento **e'**, a relação geralmente será de seqüência ( $e < e'$ ). A segunda sentença (44)b expressa um estado, pois as sentenças no progressivo sempre descrevem estados, logo a relação entre o evento de referência **e** (o evento da sentença anterior) e **s** (o estado expresso pela sentença atual) deve ser de inclusão ( $e \subseteq s$ ).

Kamp e Reyle [11] assumem uma distinção entre estados **s** e eventos **e**, em que somente os eventos estabelecem um tempo de localização para a interpretação temporal da sentença subsequente, e por isso movem o tempo da narrativa.

Para explicitar a noção proposta primeiramente por Reichenbach [16], que introduziu o conceito de ponto de referência, é preciso identificar na DRS uma referência. A DRS (45), após inclusão da segunda sentença (44)b, fica conforme (46):

$n \ e \ t \ x \ y \ s \ t' \ u \ w$
$e \subseteq t$
$t < n$
$Mar\text{ia}(x)$
$lan\text{chonete}(y)$
$e : \text{entrar}(x, y)$
$e \subseteq s$
$u = x$
$colar(w)$
$s : \text{PROG}(\text{usar}(u, w))$

As condições apresentadas pela DRS (46), resultado do processamento da segunda sentença, são:

(i)  $e \subseteq s$ , indica que o evento da primeira sentença está contido no estado expresso pela segunda sentença;

(ii)  $u=x$ , indica a relação anafórica de  $x$  com seu antecedente que é o referente do discurso *María*;

(iii)  $colar(w)$ , identifica o referente do discurso  $w$  com o NP *colar*;

(iv)  $s: \text{PROG}(\text{usar}(u, w))$ , indica o estado de *María* estar usando um colar, no caso com o operador de progressivo PROG.

A DRS (46) servirá de contexto para a interpretação da terceira sentença (44)c. A cada nova sentença o ponto de referência deve ser estabelecido novamente. A segunda sentença (44)b é um estado, logo a referência conservará o mesmo valor, ou seja, o evento da primeira sentença, pois um estado não estabelece um novo ponto de referência. A DRS final ficaria como a seguir:

	$n e t x y s t' u w e' t'' z r u'$
	$e \subseteq t$
	$t < n$
	$Maria(x)$
	$lanchonete(y)$
	$e : \text{entrar}(x, y)$
	$e \subseteq s$
	$u = x$
(47)	$colar(w)$
	$s : \text{PROG}(\text{usar}(u, w))$
	$e' \subseteq t''$
	$t'' < n$
	$e < e'$
	$Paulo(z)$
	$refrigerante(r)$
	$u' = x$
	$e' : \text{servir}(z, u', r)$

As condições acrescentadas pela terceira sentença são:

- (i)  $e' \subseteq t''$ , indica que o evento expresso pela terceira sentença está contido no seu tempo de localização;
- (ii)  $t'' < n$ , indica o tempo de localização no passado, antes do momento da fala;
- (iii)  $e < e'$ , indica que o segundo evento  $e'$ , expresso pela terceira sentença é posterior a referência que é igual ao evento expresso pela primeira sentença;
- (iv)  $Paulo(z)$ , identifica o referente do discurso com o NP *Paulo*;
- (v)  $refrigerante(r)$ , identifica o referente do discurso  $r$  com o NP *refrigerante*;
- (vi)  $u' = x$ , relaciona o referente do discurso  $x$  ao seu antecedente  $u'$ ;
- (vii)  $e' : \text{servir}(z, u', r)$ , introduz o evento onde *Paulo serve um refrigerante à Maria*.

## 3.2 Aspecto na DRT

Esta seção procura estabelecer a diferença entre tempo gramatical e aspecto, já comentados, porém agora aplicado ao formalismo em questão. Também é enfatizado a importância do aspecto para o processamento do discurso temporal.

Os termos *tempo gramatical* e *aspecto* são usados de modo a classificar propriedades das expressões da língua natural, algumas destas propriedades pertencendo ao domínio do tempo gramatical e outras ao domínio do aspecto. As propriedades serão aplicadas a sentenças finitas<sup>6</sup> e definidas com relação à sentença no caso de propriedades temporais e o domínio das propriedades aspectuais poderá incluir sentenças completas ou categorias sintáticas menores, como verbos e locuções verbais.

A partir de agora, baseados em Vendler [20] serão analisados os conceitos de estados e eventos propostos por Kamp e Reyle [11].

O esquema estrutural para a análise dos verbos *accomplishment*, *achievement* e atividade, está baseado numa estrutura constituída de três partes: uma *fase preparatória* (I), um *ponto de culminância* (II) e um *estado resultante* (III), um justaposto ao outro, esquema 1 da figura 3.1 (esquema verbal). Este esquema é central para a teoria defendida por Moens e Steedman [12], como já comentado no capítulo 2.

Para os verbos de estado, que não apresentam ponto de culminância, onde não há separação entre dois períodos distintos, é aplicado o esquema 2 da figura 3.1 (esquema verbal):

O *Aktionsart* foi apresentado como uma classificação lexical dos verbos, porém outros elementos da sentença podem transformar o aspecto verbal [21]. Portanto, esta classificação deve ser estendida para unidades sintáticas maiores, como sintagmas verbais e até mesmo para sentenças inteiras. O problema para a teoria do aspecto é determinar como as características aspectuais de sentenças complexas são determinadas pelas características de suas partes.

Na figura 3.1, o esquema 3 indica qual parte do esquema 1 é ocupada por cada classe de verbos no passado. Também mostra que os verbos *accomplishment* ocupam as partes

---

<sup>6</sup>Sentença que contém um verbo principal não infinitivo.

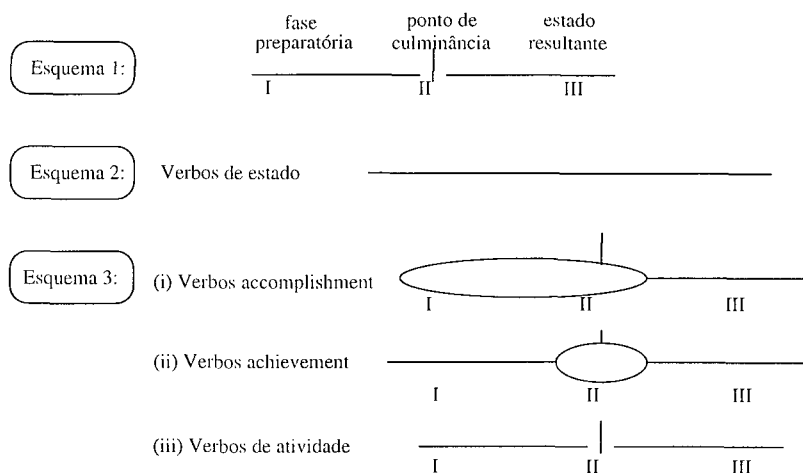


Figura 3.1: Esquema verbal proposto por Kamp e Reyle

I e II, os verbos *achievement* ocupam a parte II, e os verbos de atividade não apresentam ponto de culminância, a menos que este ponto seja provido de outra forma. Os exemplos serão discutidos na próxima seção.

### 3.2.1 Pretérito

No passado, os verbos *achievement*, *accomplishment* e de atividade, apresentados segundo a figura 3.2, não mudam o traço [STAT], e na DRS a sentença continua sendo representada como um evento, ou seja, com o traço [-STAT]. A figura 3.2 é uma adaptação dos conceitos de Kamp e Reyle [11].

O exemplo (48) mostra um verbo *accomplishment* e a DRS que o representa em (49):

(48) Maria escreveu a carta.

$x y n e$
$Maria(x)$
$carta(y)$
$t < n$
$e \subseteq t$
$e : escrever(x, y)$

Um verbo (SV) *accomplishment* possui um ponto natural intrínseco para o término da ação, e no exemplo (48) a ação alcançou seu fim: o momento em que Maria acabou

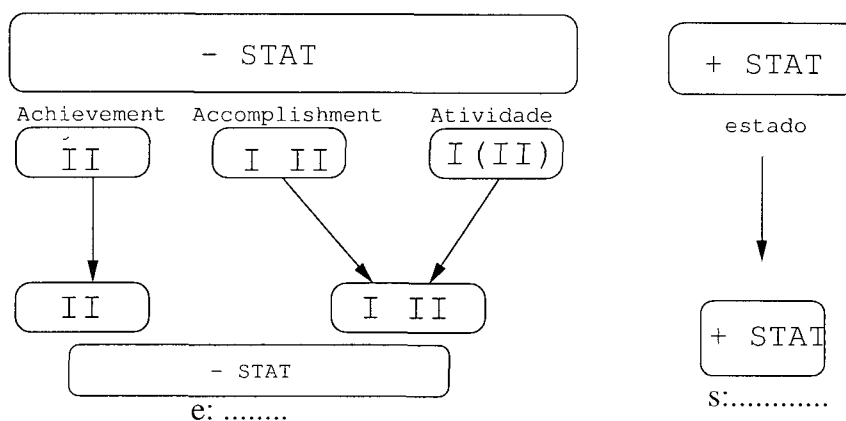


Figura 3.2: Denotação do verbo com a aplicação do pretérito

de escrever a carta, definido como *ponto de culminância*, e que corresponde à fase II. Portanto, como mostra a figura 3.2, um evento é introduzido, e este evento contém as duas fases I e II prevista na classe aspectual do verbo.

O exemplo (50) mostra um verbo *achievement*, que difere dos *accomplishment* por apresentar apenas o ponto de culminância (II), sem a fase preparatória:

(50) Maria venceu a maratona.

$x y n e$
$Maria(x)$
$maratona(y)$
$t < n$
$e \subseteq t$
$e : \text{vencer}(x, y)$

Seguindo a figura 3.2, os verbos *achievement* apresentados com o ponto de culminância, parte II, devem ser classificados como um evento **e**, que contém somente o ponto de culminância.

Os verbos de atividade, que possuem a parte II *facultativa*, no passado simples não mudam o traço [STAT], permanecendo [-STAT] e sendo classificados como evento **e**, veja o exemplo (52):

(52) Maria caminhou.

	$x \ n \ e$
(53)	$Maria(x)$
	$t < n$
	$e \subseteq t$
	<b>e : caminhar(x)</b>

Neste caso, o ponto de culminância, que é facultativo na classe aspectual, é obrigatório quando o pretérito é usado. Isto significa, em (52) que *Maria parou de caminhar*.

Os verbos de estado, que seguem o esquema 2 da figura 3.1, possuem o traço [+STAT] e conservam este traço. Portanto, um referente de estado *s* será introduzido na DRS, como mostra o exemplo (54):

(54) Maria confiou em Paulo.

	$x \ y \ t \ n$
(55)	$Maria(x)$
	$Paulo(y)$
	$t < n$
	<b>s : confiar(x, y)</b>

Concluindo: no pretérito, uma sentença apresenta o traço [+STAT], quando ocupar a parte I ou III, devendo ser classificada como um estado *s*. E quando a sentença ocupar a parte I e II ou apenas a II, ela apresenta o traço [-STAT] e deve ser classificada como um evento *e*.

### 3.2.2 Progressivo

Para o progressivo, que é representado pelo operador **PROG** proposto por Kamp e Reyle [11], seguiremos a figura 3.3, que mostra os verbos mudando o traço de [-STAT] para [+STAT]. No exemplo (56), com um verbo *accomplishment*:

(56) Maria estava escrevendo a carta.

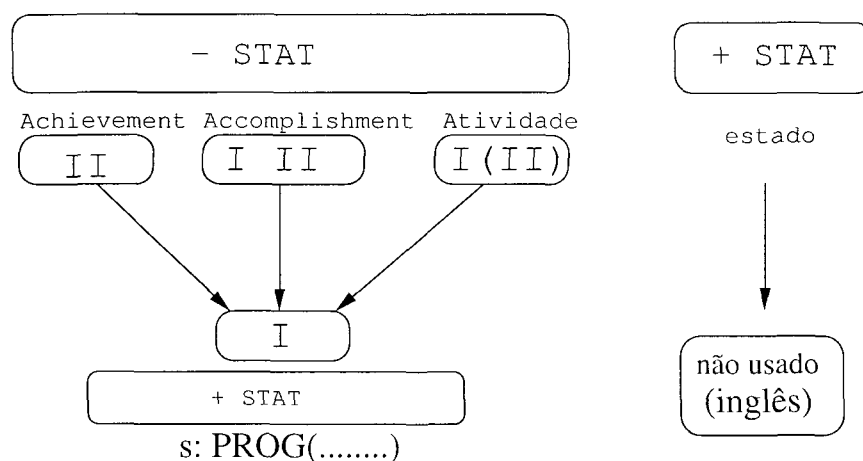


Figura 3.3: Operador aspectual progressivo

(57)

$x y$
$Maria(x)$
$carta(y)$
<b>s : PROG(escrever(x, y))</b>

Este exemplo corresponde à *Maria escreveu a carta* no progressivo, e ocupa apenas a fase I, porque não denota um momento no qual a carta foi concluída. Quando a sentença ocupa apenas a parte I, ela deve ser classificada como um estado *s*.

O exemplo (58) é um verbo *achievement* apresentado no progressivo, e este ocupa a fase I, que não faz parte da denotação do verbo.

(58) Maria estava vencendo a maratona.

(59)

$x y$
$Maria(x)$
$maratona(y)$
<b>s : PROG(vencer(x, y))</b>

Os verbos (*accomplishment* e *achievement*), que se interpretam segundo o esquema 1 da figura 3.1, (que expressam a fase preparatória I), podem ser apresentados na forma progressiva, enquanto verbos (estado) que se interpretam segundo o esquema 2 da figura 3.1, não podem. Os verbos de atividade, que não apresentam um ponto de culminância natural (como os verbos de estado), podem apresentar a forma progressiva.

(60) Ontem de manhã, às 10 horas, Maria estava caminhando.

O verbo de atividade não é capaz de introduzir um novo evento no discurso e não é capaz de introduzir um ponto culminância por si só, mas pode ser usado para redescrever um evento já introduzido no discurso.

Os verbos de estado, que normalmente não apresentam progressivo no inglês, para o português existe a possibilidade de seu uso com perífrases, no exemplo seguinte é possível observar isto:

(61) Maria está confiando em Paulo.

	$x$ $y$
(62)	$Maria(x)$
	$Paulo(y)$
	$s : \mathbf{PROG}(\mathbf{confiar}(x, y))$

Esta construção só é possível em português e para determinadas interpretações.

Esquemas como 1, 2 e 3 da figura 3.1, além de mostrar a estrutura das eventualidades descritas, apresentam um modo de visualizar os verbos no progressivo. Kamp e Reyle [11] definem o efeito do progressivo conforme a seguir:

*As eventualidades descritas pelas formas progressivas de um verbo  $v$  são do tipo que é representado pela parte do esquema que corresponde ao Aktionsarten de  $v$  que termina no ponto de culminância, mas não o inclui.*

### 3.2.3 Perfect

Sentenças que apresentam o tempo *present perfect* como (63) são analisadas como estado  $s$ , e normalmente é o resultado da ocorrência de um evento  $e$ .

(63) Mary has met the president.

O estado de *Mary has met the president* é resultado de um evento ocorrido no qual *Mary met the president*. Nesta análise, o estado  $s$  começa exatamente no momento em

que o evento *e* termina. Esta relação é representada na DRS por  $e \supset C s$ . O operador  $e \supset C s$  indica, nos termos da DRT, estado conseqüente.

Para o português, utilizaremos bastante este conceito de estado conseqüente, pois como observamos em nossos estudos, a perífrase *estar + particípio passado* tem uma interpretação que equivale ao *perfect* do inglês. Ainda em nosso estudo este fenômeno foi observado na composição do auxiliar *estar* com um verbo, que seja intransitivo, que esteja na voz ativa e que possua classificação aspectual *achievement*. A representação equivale ao *perfect*. Encaixa-se no que foi dito neste parágrafo o seguinte exemplo:

(64) Paulo estava foragido.

Este exemplo será discutido em nossa proposta, bem como a representação que foi elaborada para este caso.

## CAPÍTULO 4

### UMA PROPOSTA PARA ANÁLISE E REPRESENTAÇÃO DA PERÍFRASE *ESTAR*

Apresentamos neste capítulo uma proposta de representação semântica da perífrase constituída pelo verbo *estar* associado ao *gerúndio* e ao *particípio*. Começamos pela formalização do problema que iremos tratar, a seguir apresentaremos nossa contribuição e o resultado final, que é a representação semântica das sentenças analisadas. Em seguida mostraremos a gramática, as ferramentas utilizadas e, passo a passo, como chegar à representação final.

#### 4.1 Formalização

Vamos ver agora como a DRT, mostrada no capítulo 3, teoria desenvolvida por Kamp e Reyle [11], pode ser adaptada para analisar sentenças envolvendo a perífrase em questão. Escolhemos a DRT, pois esta permite a representação semântica de tempo e aspecto, como já mostramos, onde cada sentença é representada por uma DRS.

Alguns trabalhos, como os de Oliveira [13] e de Gagnon et al. [7] apresentaram mudanças na representação de DRS para o português. Gagnon et al. [7] utilizam uma implementação composicional, através de DRS e do cálculo *lambda*. O uso de DRS com expressões *lambda* é inspirado na abordagem de Blackburn e Bos [2] [4].

Baseamos o nosso trabalho na implementação de Gagnon et al. [7]. Nesta implementação é tratada a perífrase *estar + gerúndio*, distinguindo principalmente o *estava + gerúndio* e *esteve + gerúndio*, tratado e explicado no trabalho de Oliveira [13], que introduz as fundamentações lingüísticas necessárias para estes dois casos.

O *gerúndio* no português é representado por um operador de progressivo. O progressivo identifica um estado, que pode ter um ponto de culminância ou não, dependendo da classificação aspectual do verbo. Esta classificação foi discutida no capítulo sobre tempo

e aspecto verbal. Analisaremos estes fatos baseados na classificação clássica de Vendler [20], nas idéias de Moens e Steedman [12] e Verkuyl [21], [22].

Nesta seção introduzimos a representação para as perífrases estudadas. Na seção 4.2, descreveremos a gramática que produz essa representação a partir da análise das sentenças.

#### 4.1.1 Perífrase estar + gerúndio

A frase *estava + gerúndio* expressa em português um estado nos termos de Kamp e Reyle [11]. O auxiliar *estar* contribui com a designação de estado e o *gerúndio* contribui com o operador de progressivo. Para mostrar, este que é o ponto de partida do nosso trabalho, vamos analisar as seguintes sentenças e comentar sobre o tratamento dado a elas:

(65) a. Paulo **estava dormindo**.

b. Paulo **dormia**.

	$a \ s_1 \ t_2 \ n$
	$Paulo(a)$
(66)	$t_2 \subseteq s_1$
	$t_2 < n$
	$s_1 : \mathbf{PROG}(\mathbf{dormir}(a))$

As sentenças (65)a e (65)b possuem a mesma representação semântica, dada pela DRS (66). Esta interpretação para as duas sentenças é baseada nas fundamentações apresentadas no trabalho de Gagnon et al. [7] e também assumindo o imperfeito do exemplo (66)b como progressivo, pois ele pode ter também uma interpretação habitual (não tratada no trabalho).

Na DRS (66), referente aos exemplos (65)a e (65)b, temos a representação de quatro referentes de discurso e quatro condições. O referente de discurso  $a$  representa *Paulo*. O referente  $s_1$  representa um estado. Os referente  $t_2$  e  $n$  representam o tempo de localização da situação e tempo de fala respectivamente. As condições especificam que o tempo de localização  $t_2$  está incluso no estado  $s_1$  ( $t_2 \subseteq s_1$ ); o tempo  $t_2$  está no passado em relação ao tempo de fala ( $t_2 < n$ ); e  $s_1 : \mathbf{PROG}(\mathbf{dormir}(a))$  mostra o estado  $s_1$  de dormir com

o operador de progressivo. O verbo *estava* contribui com as condições  $t_2 \subseteq s_1$  e  $t_2 < n$ . O *gerúndio* contribui com a representação do operador de progressivo.

A diferença básica nas sentenças (65)a e (65)b é na forma de construção da representação de cada uma. Na sentença (65)a temos o *progressivo imperfectivo*, nomeado assim por Gagnon et al. [7], que é construído através de um processo composicional do auxiliar *estava* com o *gerúndio*, ou seja, a combinação de duas unidades lexicais. Na sentença (65)b temos a flexão verbal para o *imperfectivo* do verbo, no caso *dormia*.

Considere agora os exemplos envolvendo o *pretérito perfeito* em Português e o *progressivo perfectivo*, assim definido por Oliveira [13]:

(67) a. Paulo **esteve dormindo**.

b. Paulo **dormiu**.

(68) a.	$a \ s_1 \ t_2 \ t_3 \ n$	b.	$a \ t_2 \ n \ e_1$
	$Paulo(a)$		$Paulo(a)$
	$t_2 < n$		$t_2 < n$
	$s_1 \subseteq t_2$		$e_1 \subseteq t_2$
	$s_1 : \mathbf{PROG(dormir(a))}$		$e_1 : \mathbf{dormir(a)}$

Também baseados no trabalho de Gagnon et al. [7], observamos que o (67)a e (67)b possuem representações semelhantes, descritas respectivamente pelas DRS (68)a e (68)b. A diferença principal é que no *pretérito perfeito*, na DRS (68)b, temos a representação de um evento. Enquanto na DRS (68)a temos, chamado por [7] de *progressivo perfectivo*, a representação de um estado, devido ao auxiliar *esteve* e ao *gerúndio*, que indica progressivo. Este fato tem uma importante consequência, pois possibilita a interpretação das eventualidades de forma sucessiva, enquanto segundo Kamp e Reyle [11], apenas os eventos estabelecem um tempo de localização para interpretação do discurso. No caso do *progressivo perfectivo* temos a possibilidade de um estado participar da progressão do discurso. Mais detalhes desta progressão do discurso em Gagnon et al. [7].

A DRS (68)a tem as condições:  $t_2 < n$ , indicando que o tempo de localização é anterior ao tempo de fala;  $s_1 \subseteq t_2$ , mostrando o estado  $s_1$  incluso no tempo de localização  $t_2$ ;

finalmente a condição  $s_1 : \text{PROG}(\text{dormir}(\mathbf{a}))$  mostra o estado de dormir com o operador de progressivo.

A DRS (68)b contém quase as mesmas condições explicadas para a sentença (68)a porém aqui temos a condição,  $e_1 : \text{dormir}(\mathbf{a})$ , representado o evento de *dormir* que está no passado.

Resumindo, apresentamos na sentença (65)a o progressivo imperfeito *estava + gerúndio* e no exemplo (67)a o progressivo perfectivo, devido ao auxiliar *esteve*. As diferenças básicas foram fundamentadas na relação temporal denotada pelo verbo auxiliar. No caso do progressivo imperfeito o fato é visto de uma perspectiva interna, como no inglês. Para o progressivo perfectivo, lexicalizado, principalmente para o português, a eventualidade é apresentada com pontas, ou seja, de uma perspectiva externa, possibilitando o uso da eventualidade para interpretação da seqüência do discurso.

Após tratar a perífrase *estar + gerúndio*, que é o ponto de partida de nossa implementação, passamos agora a mostrar a classificação e representação que realizamos para a perífrase *estar + participípio*.

#### 4.1.2 Perífrase *estar + participípio*

No caso da perífrase *estar + participípio*, principal contribuição do nosso trabalho, o participípio designa um estado. A representação depende da classe aspectual do verbo, como nós mostraremos na discussão desta seção.

A nossa classificação é baseada num estudo de corpus, onde procuramos encaixar cada ocorrência da perífrase estudada em nossa classificação. Para fazer a classificação utilizamos os critérios mostrados na figura 4.1.

Distinguimos os participípios em duas grandes classes. O estativo não resultativo, que aponta um estado diretamente e o estativo resultativo que expressa um estado resultante. O que separa estas classes é justamente a classe aspectual, ou seja, os estados e atividades de Vendler [20] para os estados não resultantes e *accomplishment* e *achievement* para os estados resultantes.

O segundo critério distingue a interpretação passiva da não passiva. Se o verbo é

	-passivo	+ passivo
-resultativo	estava preocupado	estava acompanhado
+ resultativo	estava foragido	estava assinada

Figura 4.1: Critérios de divisão do particípio

normalmente pronominal, como *preocupar-se*, ou intransitivo, como *cair*, o particípio será interpretado como não passivo, isto é, o sujeito do verbo é o agente da situação referida. Se o verbo é transitivo, o particípio é interpretado como um passivo.

Destes critérios temos quatro casos e que nomeamos da seguinte maneira: particípio ativo não resultante; particípio passivo não resultante; particípio ativo resultante; e particípio passivo resultante. Os exemplos que utilizaremos para exemplificar cada caso podem ser vistos na figura 4.1, e serão melhor explicados a seguir. Nossa classificação é aproximativa, devendo ser confirmada com estudos lingüísticos mais aprofundados.

O caso que chamamos de *particípio ativo não resultante* será explicado com o seguinte exemplo e sua respectiva representação:

(69) Paulo **estava preocupado**.

$a$	$s_2$	$t_3$	$e_1$	$n$
$Paulo(a)$				
$t_3 \subseteq s_2$				
$t_3 < n$				
$e_1 \supset C s_2$				
$s_2 : \mathbf{preocupar}(a)$				

Na sentença (69), a DRS correspondente (70), possui um evento  $e_1$  que causa o estado de *preocupação*. Não entraremos em detalhes sobre relações de causalidade no trabalho. A sentença é representada como um estado nos termos da DRT. Na entrada lexical do verbo *preocupar*<sup>1</sup> mostrada a seguir:

<sup>1</sup>O léxico completo poderá ser visto no apêndice B.

$$(71) \left\langle \text{preocupar, V} \begin{bmatrix} \text{SEM} & \text{preocupar}(x) \\ \text{CL\_ASP} & \text{estado} \\ \text{TRANS} & \text{intransitivo} \\ \text{ARG1} & x \end{bmatrix} \right\rangle$$

A entrada lexical **(71)** apresenta vários traços, um deles indicando a classe aspectual a qual o verbo pertence. Neste caso, *preocupar* é considerado como um verbo de estado. O traço TRANS(ITIVIDADE) indica que o verbo é intransitivo. O traço ARG1 serve para igualar a variável da expressão semântica. O valor de ARG1 é consultado nas regras lexicais, que são descritas mais adiante. Estes traços também foram baseados no fato do verbo ser pronominal, lançando mão da expressão na forma pronominal, *se preocupou*, *se apaixonou*. Estes verbos denotam diretamente o estado.

Observamos que o verbo possui classe aspectual *estado*, fazendo com que a DRS tenha esta representação. Na DRS **(70)** temos então como condições:  $t_3 \subseteq s_2$ , que especifica um tempo de localização incluso no estado  $s_2$  do verbo;  $t_3 < n$ , indicando que o tempo de localização é anterior ao tempo de fala;  $e_1 \supset \subset s_2^2$ , o evento indeterminado inicia o estado consequente; e a condição  $s_2 : \text{preocupar}(a)$  mostra o estado de *preocupação*.

Outros verbos que possuem classe aspectual de estado ou de atividade seriam considerados como tendo a mesma representação. Em seguida alguns exemplos para análise do leitor:

(72) a. Paulo **estava apaixonado**.

b. Paulo **estava fardado**.

O segundo caso, o *particípio passivo não resultante* pode ser ilustrado com o seguinte exemplo:

(73) Paulo **estava acompanhado**.

---

<sup>2</sup>Operador utilizado por Kamp e Reyle para indicar o estado que começa no momento em que o evento termina.

	$a \ s_2 \ t_3 \ n \ ag$
	$Paulo(a)$
(74)	$t_3 \subseteq s_2$
	$t_3 < n$
	$s_2 : \text{acompanhar}(ag, a)$

Segundo os nossos critérios, o que faz com que o particípio seja classificado nesta forma, é o fato do verbo ser transitivo e também do verbo pertencer à classe aspectual de atividade ou de estado. Estes dois fatores que citamos podem ser vistos na entrada lexical para o verbo acompanhar, mostrado em (75):

(75)	$\left\langle \text{acompanhar}, \quad V \right.$	$\left. \begin{array}{l} \text{SEM} \quad \text{acompanhar}(x, y) \\ \text{CL\_ASP} \quad \text{ativ} \\ \text{TRANS} \quad \text{transitivo} \\ \text{ARG1} \quad x \\ \text{ARG2} \quad y \end{array} \right\rangle$
------	---	--

A representação da sentença (73) na DRS (74), segue os mesmos padrões do *particípio ativo não resultante*, somente com a diferença de que o agente não é identificado. Ainda para este caso podemos citar o exemplo:

(76) Maria **estava hospedada**.

Para o terceiro caso, *particípio ativo resultante*, que em nossa formalização se assemelha ao *perfect* do inglês, selecionamos o seguinte exemplo:

(77) Paulo **estava foragido**.

	$a \ s_2 \ t_3 \ e_1 \ n$
	$Paulo(a)$
	$t_3 \subseteq s_2$
(78)	$t_3 < n$
	$e_1 \supset C \ s_2$
	$e_1 : \text{foragir}(a)$
	$s_2 : \text{CONSEQ}(\text{foragir}(a))$

Intuitivamente a sentença (77) nos leva a considerar que houve um evento onde *Paulo foragiu* e que a partir deste momento entramos no estado conseqüente em que *Paulo estava foragido*.

A DRS (78) representa o evento de *foragir*, ou seja o ponto de culminância do verbo. O verbo *foragir* é classificado como *achievement*. É o que diferencia esta forma do *particípio passivo resultante*, é o fato do verbo ser intransitivo. O fato de ser classificado como *achievement* implica obrigatoriamente uma interpretação resultativa, pois não pode existir o estado de *estar se foragindo* ou *estar sendo foragido*.

A DRS (78) contém as seguintes condições:  $t_3 \subseteq s_2$  indica que o tempo de localização está incluso no estado conseqüente  $s_2$ ;  $t_3 < n$  mostra que o tempo  $t_3$  é anterior ao tempo de fala;  $e_1 \supset \subset s_2$  indica que o evento  $e_1$  dá origem ao estado resultante  $s_2$ ; a condição  $e_1 : \text{foragir}(a)$  representa o evento de foragir; e a condição  $s_2 : \text{CONSEQ}(\text{foragir}(a))$  representa o estado conseqüente.

Outros exemplos que podemos citar para o particípio ativo resultante são, entre outros:

(79) a. **Maria estava caída.**

b. **Maria estava sumida.**

No último caso, *particípio passivo resultante*, onde fazemos um paralelo com a voz passiva, analisaremos o seguinte exemplo:

(80) **A carta estava assinada.**

	$a$	$e_1$	$s_2$	$t_3$	$n$	$ag$
(81)	$carta(a)$					
	$t_3 \subseteq s_2$					
	$t_3 < n$					
	$e_1 \supset \subset s_2$					
	$e_1 : \text{assinar}(ag, a)$					
	$s_2 : \text{CONSEQ}(\text{assinar}(ag, a))$					

No exemplo (80) temos um verbo transitivo, sendo o SV classificado como *accomplishment*. A representação traz então o evento de *assinar*, sendo identificado como o ponto de culminância, e também o estado conseqüente onde a *carta está assinada*. A DRS possui basicamente a mesma representação do exemplo anterior, mas neste caso acrescenta ainda as condições:  $e_1 : \text{assinar}(\text{ag}, \text{a})$  que representa o evento de assinar, gerado pela classificação aspectual do verbo. A última condição  $s_2 : \text{CONSEQ}(\text{assinar}(\text{ag}, \text{a}))$  que identifica o estado conseqüente através do operador CONSEQ.

Para o particípio passivo resultante podemos citar os seguintes exemplos:

- (82) a. O rádio **estava ligado**.  
 b. A casa **estava construída**.  
 c. O pico Marumbi **estava alcançado**.

Para completar nossa formalização, comentaremos sobre o seguinte exemplo e sua respectiva representação:

- (83) A carta **foi assinada**.

	$a \ e_1 \ t_2 \ t_3 \ n \ ag$
(84)	$carta(a)$ $t_2 < n$ $e_1 \subseteq t_2$ $t_3 < e_1$ $e_1 : \text{assinar}(\text{ag}, \text{a})$

No exemplo (83) identificamos o evento de assinar que está na voz passiva, ou seja, alguém assinou a carta (ag). O evento portanto é realizado por um agente que pode ou não ser identificado pela sentença. A DRS neste caso mostra apenas o evento de assinar realizado por um agente não identificado na sentença, e isto é mostrado pela condição  $e_1 : \text{assinar}(\text{ag}, \text{a})$ . As outras condições indicam:  $t_2 < n$  tempo de localização anterior ou tempo da fala;  $e_1 \subseteq t_2$  evento  $e_1$  incluso no tempo  $t_2$  e  $t_3 < e_1$  um tempo de referência  $t_3$  anterior ao evento de assinar  $e_1$ .

## 4.2 Gramática

Nossa gramática foi implementada na linguagem de programação Prolog, juntamente com uma extensão chamada GULP, de autoria de Michael Covington [5], que permite uma maior legibilidade na definição dos traços<sup>3</sup>.

A implementação é feita de maneira composicional, ou seja, cada sentença é dividida em sub-partes, até chegar a cada palavra (entrada lexical) da sentença. As entradas lexicais carregam informações semânticas que combinadas formam a representação da sentença.

Vamos ver detalhes da gramática utilizada na implementação. Elaboramos uma gramática baseada em DCG (Definite Clause Grammars), desenvolvida por Pereira e Warren [14], que através da unificação<sup>4</sup> dos traços nos conduz ao reconhecimento ou rejeição das sentenças testadas.

### 4.2.1 Implementação composicional

Na implementação composicional, o principal trabalho que realizamos é decidir e atribuir a contribuição semântica de cada parte da sentença.

Usamos o cálculo *lambda* de [2], que associa uma expressão *lambda* ( $\lambda$ ) a cada palavra de uma sentença. As expressões são combinadas até formarem a DRS da sentença. Nos apêndices A,B e C temos uma listagem completa das regras da gramática, do léxico e das regras lexicais para as flexões verbais. O léxico contém os traços de cada palavra da sentença, e as regras lexicais são o resultado da aplicação de uma flexão verbal em um item lexical.

### 4.2.2 Cálculo *lambda*

O cálculo *lambda* é uma extensão da notação da lógica de primeira ordem, onde as variáveis são ligadas pelo operador *lambda* ( $\lambda$ ). As ocorrências da variável ligada por  $\lambda$

---

<sup>3</sup>Estruturas de traços são um conjunto de propriedades dispostas de forma hierárquica. Constitui-se em elemento de informação sobre cada item lexical.

<sup>4</sup>Recurso utilizado pela linguagem Prolog que permite usar o valor de uma variável que foi instanciada em todo lugar onde ela aparece.

revelam onde devem ser feitas as substituições. Por exemplo:

$$(85) \lambda x \text{ homem}(x)$$

O prefixo  $\lambda x$  liga a ocorrência de  $x$  em  $\text{homem}(x)$ , abstraindo a variável livre  $x$  em  $\text{homem}(x)$ , indicando o argumento onde se fará a substituição.

Além do operador  $\lambda$ , o operador de concatenação ou aplicação funcional, expresso pelo símbolo ( $@$ ), indica o que deve ser colocado no lugar da variável  $x$ . A seguir o exemplo de aplicação funcional:

$$(86) \lambda x \text{ homem}(x)@paulo$$

Para resolver a expressão é necessário descartar o  $\lambda x$  do functor, que aparece do lado esquerdo do operador  $@$  e substituir as ocorrências de  $x$  pelo argumento, que está ao lado direito do operador. Esta substituição é chamada  $\beta$ -conversão. O exemplo após a  $\beta$ -conversão fica como a seguir:

$$(87) \text{ homem}(paulo)$$

Podem ser aplicadas as operações nas expressões até que sejam realizadas todas as substituições. Usaremos letras maiúsculas para indicar variáveis a serem substituídas por informações complexas e minúsculas para informações simples.

Outro mecanismo que será utilizado é a  $\alpha$ -conversão, que é o processo de renomear variáveis ligadas. As expressões abaixo são chamadas  $\alpha$ -equivalentes e serão tratadas como idênticas nos exemplos que iremos utilizar no restante do trabalho.

$$(88) \text{ a. } \lambda x[\text{ homem}(x)]$$

$$\text{ b. } \lambda y[\text{ homem}(y)]$$

### 4.2.3 *Lambda-DRS*

Para a definição dos traços semânticos de cada palavra é necessário o uso de *lambda-DRS*, que faz a integração de DRS com o cálculo *lambda*. Para produzir a DRS de

uma sentença, a análise começa com a semântica de cada palavra definida no léxico. A semântica de cada palavra é uma expressão *lambda*, cujo corpo da expressão é uma DRS parcialmente especificada. De acordo com as regras da gramática, as expressões (*lambda*-DRS) são combinadas. Os operadores utilizados para fazer a combinação de expressões são os operadores utilizados no cálculo *lambda* e, para enriquecer as operações com DRS e propiciar a obtenção da DRS final, o operador de fusão de DRS.

A aplicação funcional já explicada na seção anterior, será mostrada no exemplo seguinte, agora junto com a DRS:

$$(89) \quad \lambda E \lambda x \begin{array}{|c|} \hline \\ \hline \mathbf{E} : \mathbf{cair}(x) \\ \hline \end{array} @ e_1 = \lambda x \begin{array}{|c|} \hline \\ \hline \mathbf{e}_1 : \mathbf{cair}(x) \\ \hline \end{array}$$

O operador de fusão de DRS, representado pelo símbolo ( $\otimes$ ), combina duas DRS e produz uma nova através da união dos referentes do discurso e das condições. A seguir um exemplo de fusão:

$$(90) \quad \begin{array}{|c|} \hline s_1 \ t \\ \hline t \subseteq s_1 \\ \hline \end{array} \otimes \begin{array}{|c|} \hline x \\ \hline Paulo(x) \\ \hline s_1 : \mathbf{cair}(x) \\ \hline \end{array} = \begin{array}{|c|} \hline s_1 \ t \ x \\ \hline t \subseteq s_1 \\ \hline Paulo(x) \\ \hline s_1 : \mathbf{cair}(x) \\ \hline \end{array}$$

Através destes mecanismos, já implementados por [2], conseguimos chegar a representação final da sentença.

#### 4.2.4 Interpretação da sentença

Agora mostraremos um exemplo de interpretação de uma perífrase. Primeiro, o léxico contém uma descrição da expressão *lambda* associada a cada palavra. Cada palavra possui traços sintáticos e também uma forma semântica básica, expressa por uma *lambda*-DRS, que através da unificação das regras propagam-se até formar a semântica da sentença.

Os verbos são tratados de forma diferente das outras palavras. Para cada flexão diferente do verbo (pretérito perfeito, imperfeito, gerúndio e particípio) existem regras

lexicais. As regras lexicais reconhecem a flexão do verbo e transformam a semântica de acordo com esta flexão.

Para exemplificar vamos analisar a seguinte sentença:

(91) Paulo caiu.

Na sentença (91) temos duas palavras: o nome próprio *Paulo* e o verbo intransitivo *cair* flexionado no passado. A análise começa por buscar a entrada para o nome *Paulo* no léxico, que é a seguinte:

$$(92) \left\langle \text{paulo, Nom} \left[ \begin{array}{l} \text{SEM } \lambda P \left( \frac{p}{\text{paulo}(p)} \right) \otimes (P @ p) \\ \text{CON} \left[ \begin{array}{l} \text{PES } 3 \\ \text{NUM } \textit{sing} \end{array} \right] \end{array} \right] \right\rangle$$

Observamos nesta entrada lexical, para o nome próprio *Paulo*, a seguinte estrutura de traços: o traço SEM com a expressão *lambda – DRS* correspondente. Temos também o traço CON que indica a concordância dos traços do nome próprio *Paulo* com os traços do predicado, que através da unificação, após passar pelas regras da gramática, permitirá o reconhecimento da sentença.

Para interpretar o verbo *cair*, que está flexionado no *pretérito perfeito*, é utilizada a regra lexical do pretérito perfeito. Em seguida apresentamos a entrada lexical para o verbo *cair*:

$$(93) \left\langle \text{cair, V} \left[ \begin{array}{l} \text{SEM } \textit{cair}(x) \\ \text{CL\_ASP } \textit{achiev} \\ \text{TRANS } \textit{intransitivo} \\ \text{ARG1 } x \end{array} \right] \right\rangle$$

A entrada lexical para o verbo *cair* contém o traço SEM com o valor de *cair(x)*. A classe aspectual neste caso não tem influência, pois o que interessa é o pretérito perfeito do verbo. O traço ARG1 serve para identificar a variável quando do uso das regras lexicais. O verbo *cair* na frase (91) está flexionado no pretérito perfeito. Para relacionar a

forma *caiu*, que aparece na sentença (91), com a entrada léxica *cair* do léxico, utilizamos a regra lexical do *pret\_per\_f\_intrans*, que é a seguinte:

$$\text{pret\_per\_f\_intrans} : \text{V} \left[ \begin{array}{ll} \text{SEM} & \boxed{1} \\ \text{CL\_ASP} & \boxed{2} \\ \text{TRANS} & \textit{intransitivo} \\ \text{ARG1} & x \end{array} \right] \Rightarrow \text{V} \left[ \begin{array}{ll} \text{SEM} & \lambda x \left( \begin{array}{l} e_i \ t_i \ n \\ e_i : \boxed{1} \\ e_i \subseteq t_i \\ t_i < n \end{array} \right) \\ \text{CL\_ASP} & \boxed{2} \end{array} \right]$$

A regra lexical para o *pretérito perfeito* modifica o verbo. A semântica do verbo é transformada em um evento, representado pelo referente do discurso  $e_i$ . A condição que descreve este evento é uma cópia da forma predicativa que consta na entrada do infinitivo. No nosso exemplo teremos a condição  $e_i : \textit{cair}(x)$ . Na lambda expressão a variável  $x$  deve corresponder ao primeiro argumento do predicado associado ao verbo. Para conseguir isto usamos o traço ARG1 na representação semântica. Note que o valor desse traço é a variável contida na forma predicativa associada ao verbo. As outras condições da DRS expressam que o evento está incluso no tempo de localização  $e_i \subseteq t_i$ , e que o tempo de referência é anterior ao tempo de fala  $t_i < n$ .

Seguindo o exemplo podemos juntar agora as palavras através das seguintes regras da gramática:

$$(R3) \quad s \left[ \text{SEM} \ \boxed{1} \ @ \ \boxed{2} \right] \rightarrow \text{sn} \left[ \text{SEM} \ \boxed{1} \right], \text{sv} \left[ \text{SEM} \ \boxed{2} \right]$$

$$(R4.2) \quad \text{sn} \left[ \text{SEM} \ \boxed{1} \right] \rightarrow \text{nom} \left[ \text{SEM} \ \boxed{1} \right]$$

$$(R5.3) \quad \text{sv} \left[ \text{SEM} \ \boxed{1} \right] \rightarrow \text{v} \left[ \text{SEM} \ \boxed{1} \right]$$

Passando pela regra da gramática (R4.2), o nome próprio *Paulo* se transforma em um SN (sintagma nominal). O verbo *cair*, já flexionado, passa pela regra (R5.3) e se transforma em um SV (sintagma verbal). Finalmente, aplicando a regra da gramática (R3) obteremos o reconhecimento da sentença, e também a aplicação da semântica do SN

e SV, representado pelo traço  $\left[ \text{SEM } \boxed{\text{1}} @ \boxed{\text{2}} \right]$ . Após passar pelas regras da gramática, obtemos a seguinte representação parcial para a sentença:

$$\lambda P \left( \begin{array}{|c|} \hline p \\ \hline paulo(p) \\ \hline \end{array} \otimes (P @ p) \right) @ \lambda x \left( \begin{array}{|c|} \hline e_i t_i n \\ \hline \mathbf{e}_i : \mathbf{cair}(\mathbf{x}) \\ \hline e_i \subseteq t_i \\ \hline t_i < n \\ \hline \end{array} \right)$$

As operações de aplicação funcional e fusão de DRS é o mecanismo utilizado nesta fase e que será mostrado passo a passo. O primeiro passo é fazer a aplicação funcional do predicado substituindo toda ocorrência da variável  $P$  pelo que está à direita do símbolo ( $@$ ), como mostrado a seguir:

$$\left( \begin{array}{|c|} \hline p \\ \hline paulo(p) \\ \hline \end{array} \otimes \lambda x \left( \begin{array}{|c|} \hline e_i t_i n \\ \hline \mathbf{e}_i : \mathbf{cair}(\mathbf{x}) \\ \hline e_i \subseteq t_i \\ \hline t_i < n \\ \hline \end{array} \right) @ p \right)$$

Neste momento fazemos a aplicação funcional para a variável  $x$ , que resulta:

$$\left( \begin{array}{|c|} \hline p \\ \hline paulo(p) \\ \hline \end{array} \otimes \left( \begin{array}{|c|} \hline e_i t_i n \\ \hline \mathbf{e}_i : \mathbf{cair}(\mathbf{p}) \\ \hline e_i \subseteq t_i \\ \hline t_i < n \\ \hline \end{array} \right) \right)$$

Finalmente aplicaremos a operação de fusão de DRS, unindo as condições e os referentes do discurso. Obteremos então, a representação semântica desejada, ou seja, a DRS final com a sentença reconhecida:

$x \ t_i \ n \ e_i \ p$
$paulo(p)$
$e_i \subseteq t_i$
$t_i < n$
$e_i : \text{cair}(p)$

As transformações e operações realizadas para obter a DRS final são feitas através de um mecanismo já implementado por [2].

Neste pequeno exemplo observamos todos os passos necessários para o reconhecimento da sentença. Temos as regras da gramática, o léxico e as regras lexicais para cada tipo de flexão do verbo.

#### 4.2.5 Interpretação de estar + gerúndio

Neste momento analisaremos um exemplo envolvendo a perífrase *estar + gerúndio*, baseado no trabalho de Gagnon et al. [7]. Para isto vamos analisar a seguinte sentença:

(94) Paulo estava dormindo.

O exemplo (94) possui os seguintes passos para o reconhecimento da sentença. Primeiro uma amostra da entrada lexical de cada palavra:

$$(95) \left\langle \text{paulo, Nom} \left[ \begin{array}{l} \text{SEM } \lambda P \left( \frac{x}{\text{paulo}(x)} \otimes (P @ x) \right) \\ \text{CON} \left[ \begin{array}{l} \text{PES } 3 \\ \text{NUM } \textit{sing} \end{array} \right] \end{array} \right] \right\rangle$$

$$(96) \left\langle \text{estava, ESTAR} \left[ \begin{array}{l} \text{SEM } \lambda Q \lambda y \left( \frac{s_i \ t_i \ n}{t_i \subseteq s_i} \otimes (Q @ y) \right) \\ t_i < n \end{array} \right] \right\rangle$$

$$(97) \left\langle \text{dormir}, V \begin{bmatrix} \text{SEM} & \text{dormir}(x) \\ \text{CL\_ASP} & \text{ativ} \\ \text{TRANS} & \text{intransitivo} \\ \text{ARG1} & x \end{bmatrix} \right\rangle$$

O verbo *dormindo* passa pela regra lexical *gerundio\_I\_intrans*, no caso dos verbos com classificação aspectual *atividade*. Para as outras classificações utilizamos outra regra lexical. A seguir a regra lexical *gerundio\_I\_intrans*:

$$\text{gerundio\_I\_intrans} : V \begin{bmatrix} \text{SEM} & \square \\ \text{CL\_ASP} & \text{ativ/estado} \\ \text{TRANS} & \text{intransitivo} \\ \text{ARG1} & x \end{bmatrix} \Rightarrow V \begin{bmatrix} \text{CL\_ASP} & \text{ativ/estado} \\ \text{SEM} & \lambda x \begin{array}{|l|} \hline s_i \\ \hline s_i : \text{PROG}(\square) \\ \hline \end{array} \end{bmatrix}$$

O verbo *dormir* é classificado como *atividade*, e após passar pela regra lexical obtemos a seguinte transformação:

$$(98) \text{dormindo} : V \begin{bmatrix} \text{CL\_ASP} & \text{ativ} \\ \text{SEM} & \lambda x \begin{array}{|l|} \hline s_i \\ \hline s_i : \text{PROG}(\text{dormir}(x)) \\ \hline \end{array} \end{bmatrix}$$

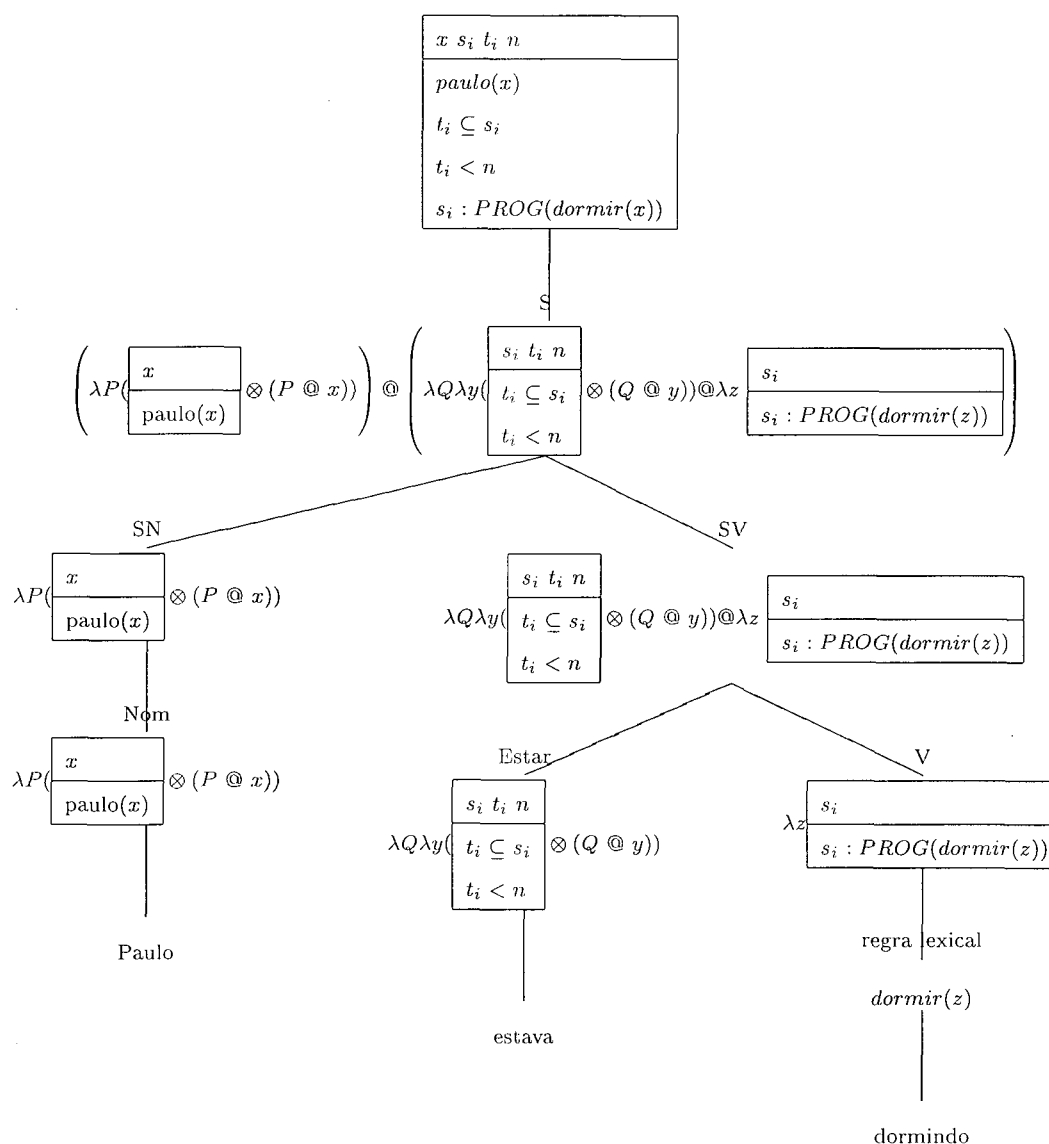
Após obtermos os itens léxicos e as flexões verbais iniciais, passamos às regras da gramática, neste caso a regra da gramática a ser utilizada é a (R5.2) que resulta o SV (sintagma verbal). Através da regra (R4.2) da gramática obteremos o SN (sintagma Nominal), e finalmente com a regra da gramática (R3) o reconhecimento da sentença. Estas regras são listadas a seguir:

$$(R3) \quad s \left[ \text{SEM } \square @ \square \right] \rightarrow \text{sn} \left[ \text{SEM } \square \right], \text{sv} \left[ \text{SEM } \square \right]$$

$$(R4.2) \quad \text{sn} \left[ \text{SEM } \square \right] \rightarrow \text{nom} \left[ \text{SEM } \square \right]$$

$$(R5.2) \quad \text{sv} \left[ \text{SEM } \square @ \square \right] \rightarrow \text{estar} \left[ \text{SEM } \square \right], \text{sv} \left[ \text{SEM } \square \right]$$

Neste momento vamos apresentar a árvore de reconhecimento da sentença, para que possamos ter uma visão dos itens que apresentamos até agora nesta seção:



Após a sentença ter sido reconhecida pela gramática, obteremos a seguinte representação semântica parcial, que precisa passar pelos mecanismos que iremos apresentar em seguida:

$$\left( \lambda P \left( \frac{x}{paulo(x)} \otimes (P @ x) \right) \right) @ \left( \lambda Q \lambda y \left( \frac{s_i \ t_i \ n}{t_i \subseteq s_i} \otimes (Q @ y) \right) @ \lambda z \left( \frac{s_i}{s_i : PROG(dormir(z))} \right) \right)$$

Primeiro, vamos fazer a aplicação funcional  $\lambda Q$ , que obedece à ordem dos parênteses, para obter a seguinte representação:

$$\left( \lambda P \left( \begin{array}{|c|} \hline x \\ \hline paulo(x) \\ \hline \end{array} \otimes (P @ x) \right) \right) @ \left( \lambda y \left( \begin{array}{|c|} \hline s_i \ t_i \ n \\ \hline t_i \subseteq s_i \\ t_i < n \\ \hline s_i : PROG(dormir(y)) \\ \hline \end{array} \otimes \begin{array}{|c|} \hline s_i \\ \hline \end{array} \right) \right)$$

A seguir a fusão de DRS, completando a representação do predicado:

$$\lambda P \left( \begin{array}{|c|} \hline x \\ \hline paulo(x) \\ \hline \end{array} \otimes (P @ x) \right) @ \lambda y \left( \begin{array}{|c|} \hline s_i \ t_i \ n \\ \hline t_i \subseteq s_i \\ t_i < n \\ \hline s_i : PROG(dormir(y)) \\ \hline \end{array} \right)$$

Fazemos a aplicação funcional  $\lambda P$ , do sujeito com o predicado já representado, o que é mostrado a seguir:

$$\begin{array}{|c|} \hline x \\ \hline paulo(x) \\ \hline \end{array} \otimes \left( \lambda y \left( \begin{array}{|c|} \hline s_i \ t_i \ n \\ \hline t_i \subseteq s_i \\ t_i < n \\ \hline s_i : PROG(dormir(y)) \\ \hline \end{array} \right) @ x \right)$$

Agora aplicamos  $\lambda y$ , que resulta em:

$$\begin{array}{|c|} \hline x \\ \hline paulo(x) \\ \hline \end{array} \otimes \begin{array}{|c|} \hline s_i \ t_i \ n \\ \hline t_i \subseteq s_i \\ t_i < n \\ \hline s_i : PROG(dormir(x)) \\ \hline \end{array}$$

Através da fusão das DRS, obtemos a representação da sentença, mostrada a seguir:

$x \ s_i \ t_i \ n$
$paulo(x)$
$t_i \subseteq s_i$
$t_i < n$
$s_i : PROG(dormir(x))$

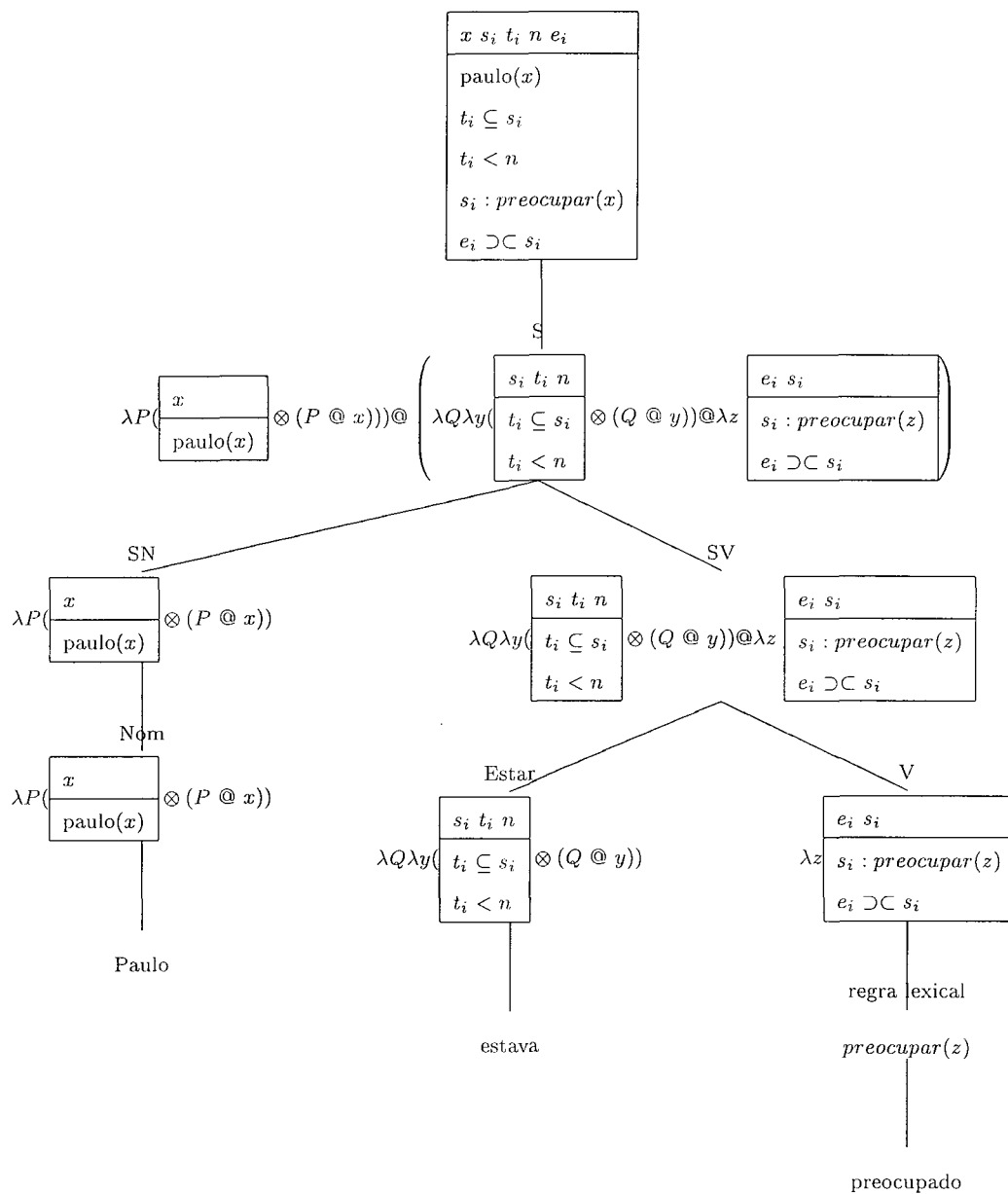
Até aqui abordamos as ferramentas e o ponto de partida para o nosso trabalho, no caso a interpretação das sentenças com *estar + gerúndio*. Em seguida vamos mostrar a nossa contribuição, já discutida, porém agora mostrando os passos necessários ao reconhecimento das sentenças.

#### 4.2.6 Interpretação de estar + particípio ativo não resultante

Começamos agora a análise principal do trabalho, onde mais tempo foi dedicado e que é a nossa principal contribuição. Para esta análise vamos considerar a seguinte sentença:

(99) Paulo estava preocupado.

Primeiro vamos apresentar, em forma de árvore, as regras da gramática e também a derivação semântica relativas a análise desta sentença:



Observamos no topo da árvore a representação final da sentença. Em seguida mostraremos as entradas lexicais:

$$(100) \left\langle \text{paulo, Nom} \left[ \begin{array}{l} \text{SEM } \lambda P \left( \frac{p}{\text{paulo}(p)} \otimes (P @ p) \right) \\ \text{CON } \left[ \begin{array}{l} \text{PES } 3 \\ \text{NUM } \textit{sing} \end{array} \right] \end{array} \right] \right\rangle$$

$$(101) \left\langle \text{estava, ESTAR} \left[ \text{SEM } \lambda Q \lambda y \left( \begin{array}{c} s_i \ t_i \ n \\ t_i \subseteq s_i \\ t_i < n \end{array} \right) \otimes (Q @ y) \right] \right\rangle$$

$$(102) \left\langle \text{preocupar, V} \left[ \begin{array}{l} \text{SEM} \quad \text{preocupar}(z) \\ \text{CL\_ASP} \quad \text{estado} \\ \text{TRANS} \quad \text{intransitivo} \\ \text{ARG1} \quad z \end{array} \right] \right\rangle$$

A entrada lexical do verbo *preocupar* mostra a classe aspectual a qual o verbo pertence. Este é o critério utilizado para definir a representação a ser utilizada. Em seguida a entrada lexical passará pela regra lexical do particípio, mostrada a seguir:

$$\text{participio\_I\_intrans} : \text{V} \left[ \begin{array}{l} \text{SEM} \quad \square \\ \text{CL\_ASP} \quad \text{ativ/estado} \\ \text{TRANS} \quad \text{intransitivo} \\ \text{ARG1} \quad x \end{array} \right] \Rightarrow \text{V} \left[ \begin{array}{l} \text{CL\_ASP} \quad \text{ativ/estado} \\ \text{SEM} \quad \lambda x \left( \begin{array}{c} e_i \ s_i \\ s_i : \square \\ e_i \supset C s_i \end{array} \right) \end{array} \right]$$

A regra lexical compatibiliza o argumento do traço ARG1 com a variável da expressão lambda, mantém a mesma classe aspectual e coloca a condição de que um evento não especificado  $e_i$  foi responsável pelo estado consequente  $s_i$  que está representado na DRS.

As regras da gramática que foram utilizadas podem ser visualizadas na árvore e no apêndice A.

Após mostrar a árvore da sentença, as entradas lexicais, a regra lexical do particípio e as regras da gramática na árvore, é preciso aplicar o mecanismo de aplicação funcional e a operação de fusão, mostrada a seguir:

$$\lambda P \left( \begin{array}{c} x \\ \text{paulo}(x) \end{array} \right) \otimes (P @ x) @ \left( \lambda Q \lambda y \left( \begin{array}{c} s_i \ t_i \ n \\ t_i \subseteq s_i \\ t_i < n \end{array} \right) \otimes (Q @ y) \right) @ \lambda z \left( \begin{array}{c} e_i \ s_i \\ s_i : \text{preocupar}(z) \\ e_i \supset C s_i \end{array} \right)$$

Aplicação de  $\lambda Q$ :

$$\lambda P \left( \begin{array}{|c|} \hline x \\ \hline paulo(x) \\ \hline \end{array} \right) \otimes (P @ x) @ \lambda y \left( \begin{array}{|c|} \hline s_i \ t_i \ n \\ \hline t_i \subseteq s_i \\ \hline t_i < n \\ \hline \end{array} \right) \otimes (\lambda z \begin{array}{|c|} \hline e_i \ s_i \\ \hline s_i : preocupar(z) \\ \hline e_i \supset C s_i \\ \hline \end{array} @ y))$$

Aplicação de  $\lambda z$ :

$$\lambda P \left( \begin{array}{|c|} \hline x \\ \hline paulo(x) \\ \hline \end{array} \right) \otimes (P @ x) @ \lambda y \left( \begin{array}{|c|} \hline s_i \ t_i \ n \\ \hline t_i \subseteq s_i \\ \hline t_i < n \\ \hline \end{array} \otimes \begin{array}{|c|} \hline e_i \ s_i \\ \hline s_i : preocupar(y) \\ \hline e_i \supset C s_i \\ \hline \end{array} \right)$$

Fusão das DRS:

$$\lambda P \left( \begin{array}{|c|} \hline x \\ \hline paulo(x) \\ \hline \end{array} \right) \otimes (P @ x) @ \lambda y \left( \begin{array}{|c|} \hline s_i \ t_i \ n \ e_i \\ \hline t_i \subseteq s_i \\ \hline t_i < n \\ \hline s_i : preocupar(y) \\ \hline e_i \supset C s_i \\ \hline \end{array} \right)$$

Aplicação de  $\lambda P$ :

$$\begin{array}{|c|} \hline x \\ \hline paulo(x) \\ \hline \end{array} \otimes (\lambda y \begin{array}{|c|} \hline s_i \ t_i \ n \ e_i \\ \hline t_i \subseteq s_i \\ \hline t_i < n \\ \hline s_i : preocupar(y) \\ \hline e_i \supset C s_i \\ \hline \end{array} @ x)$$

Aplicação de  $\lambda y$ :

$$\begin{array}{|c|} \hline x \\ \hline paulo(x) \\ \hline \end{array} \otimes \begin{array}{|c|} \hline s_i \ t_i \ n \ e_i \\ \hline t_i \subseteq s_i \\ \hline t_i < n \\ \hline s_i : preocupar(x) \\ \hline e_i \supset C s_i \\ \hline \end{array}$$

Finalmente fazendo a fusão das DRS, chegamos a representação final da sentença, representada no topo da árvore e que repetimos a seguir:

$x \ s_i \ t_i \ n \ e_i$
paulo( $x$ )
$t_i \subseteq s_i$
$t_i < n$
$s_i : preocupar(x)$
$e_i \supset C s_i$

Os detalhes de significado desta DRS já foram comentados anteriormente, aqui mostramos somente como chegar ao resultado final.

#### 4.2.7 Interpretação de estar + participio passivo não resultante

A sentença utilizada para este caso é a seguinte:

(103) Paulo estava acompanhado.

Este é o caso onde temos um verbo transitivo e com classe aspectual atividade ou estado. Em seguida a entrada lexical para as palavras da sentença:

$$(104) \left\langle \text{paulo, Nom} \left[ \begin{array}{l} \text{SEM } \lambda P \left( \begin{array}{c} p \\ \text{paulo}(p) \end{array} \right) \otimes (P @ p) \\ \text{CON} \left[ \begin{array}{l} \text{PES } 3 \\ \text{NUM } \textit{sing} \end{array} \right] \end{array} \right] \right\rangle$$

$$(105) \left\langle \text{estava, ESTAR} \left[ \begin{array}{l} \text{SEM } \lambda Q \lambda y \left( \begin{array}{c} s_i \ t_i \ n \\ t_i \subseteq s_i \\ t_i < n \end{array} \right) \otimes (Q @ y) \end{array} \right] \right\rangle$$

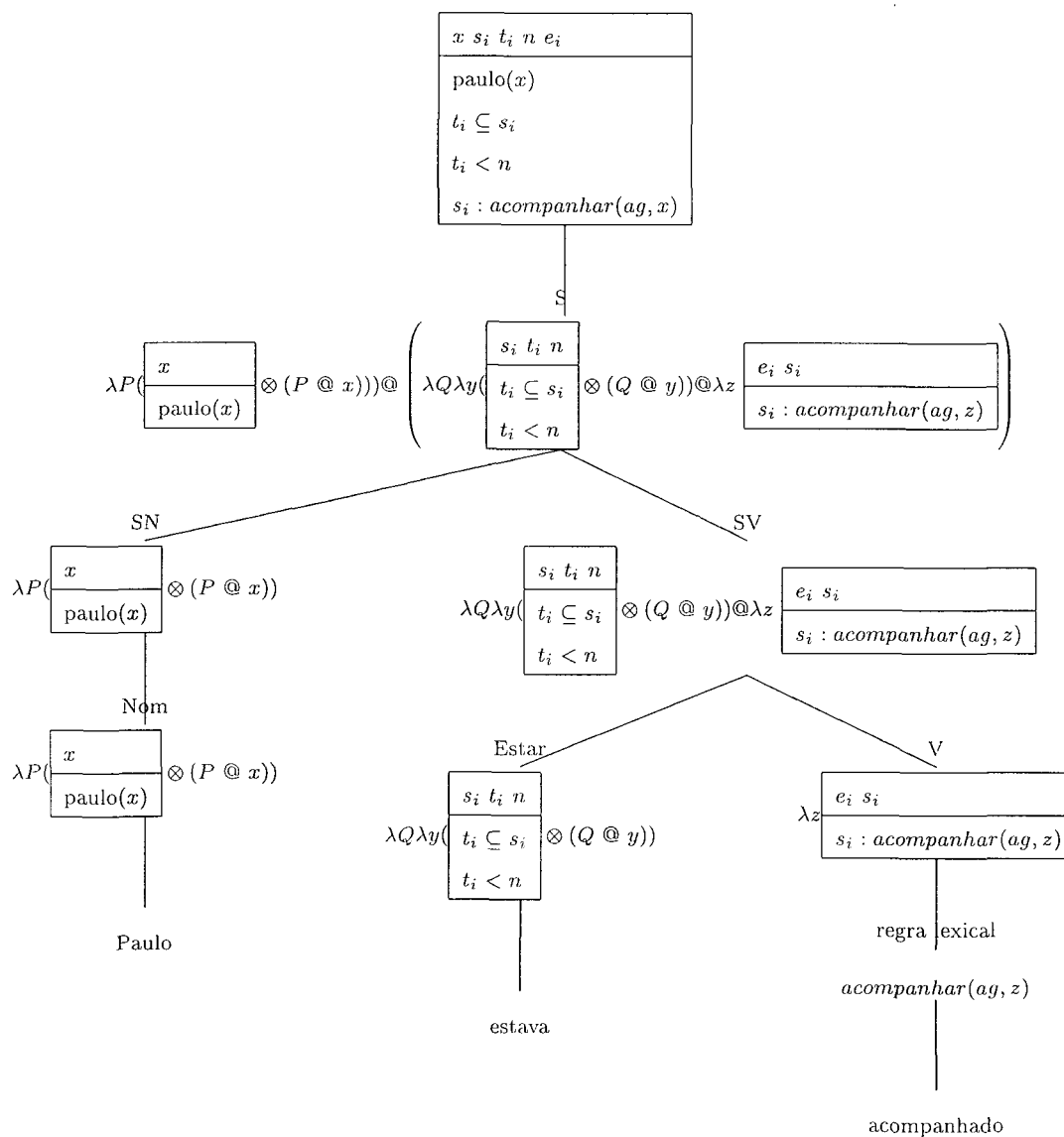
$$(106) \left\langle \text{acompanhar, V} \left[ \begin{array}{l} \text{SEM } \textit{acompanhar}(z, w) \\ \text{CL\_ASP } \textit{ativ} \\ \text{TRANS } \textit{transitivo} \\ \text{ARG1 } z \\ \text{ARG2 } w \end{array} \right] \right\rangle$$

Na entrada lexical do verbo *acompanhar* o traço *CL\_ASP* indica classe aspectual atividade e o traço *TRANS* que o verbo é transitivo. Estes traços são responsáveis pela escolha da regra lexical. A regra lexical neste caso é a seguinte:

$$\text{participio\_I\_trans} : \text{V} \left[ \begin{array}{ll} \text{SEM} & \square \\ \text{CL\_ASP} & \text{ativ/estado} \\ \text{TRANS} & \text{transitivo} \\ \text{ARG1} & \text{ag} \\ \text{ARG2} & z \end{array} \right] \Rightarrow \text{V} \left[ \begin{array}{ll} \text{CL\_ASP} & \text{ativ/estado} \\ \text{SEM} & \lambda z \left( \begin{array}{l} \boxed{e_i \ s_i \ ag} \\ \boxed{s_i : \square} \end{array} \right) \end{array} \right]$$

Após passar pela regra lexical, a DRS parcial para o verbo terá as seguintes condições:  $s_i : \text{acompanhar}(ag, x)$  indicando o estado de um agente não identificado na sentença *acompanhar* o sujeito do exemplo, que está no passivo. A sentença na voz ativa poderia ser algo como *Maria acompanhou Paulo*.

Em seguida apresentamos a árvore com as regras da gramática e a derivação semântica para o reconhecimento da sentença:



Após o reconhecimento da sentença, é utilizado o mecanismo de aplicação funcional e fusão de DRS, chegando à DRS, que está representada no topo da árvore.

O que diferencia este caso, *particípio passivo não resultante*, do outro *particípio ativo não resultante* é a transitividade do verbo, como já foi explicado e que pode ser visualizado pelo exemplo e também pelas entradas lexicais desta seção.

#### 4.2.8 Interpretação de estar + particípio ativo resultante

Para ilustrar a interpretação que apresentamos para este caso, exemplificamos com a seguinte sentença:

(107) Paulo estava foragido.

Este é o caso que nós classificamos como parecido com o *perfect* do inglês. Neste momento apresentaremos a entrada lexical para o verbo *foragir*, pois a entrada para *Paulo* e *estava* são as mesmas e já foram comentadas:

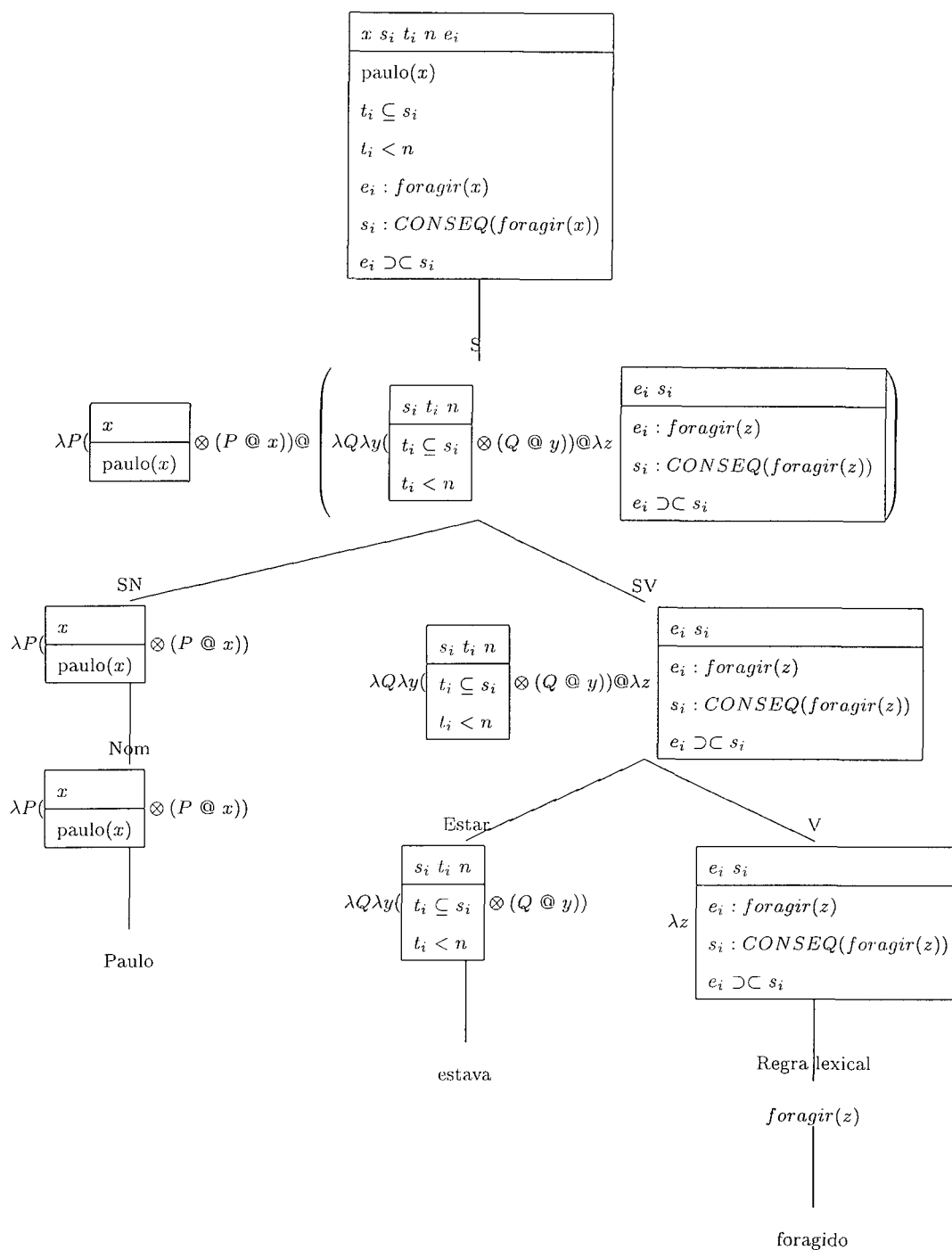
$$(108) \left\langle \text{foragir}, \text{V} \begin{bmatrix} \text{SEM} & \text{foragir}(x) \\ \text{CL\_ASP} & \text{achiev} \\ \text{TRANS} & \textit{intransitivo} \\ \text{ARG1} & x \end{bmatrix} \right\rangle$$

Na entrada lexical para o verbo *foragir* os traços referentes à classe aspectual, no caso *achievement*, e o traço que indica a transitividade, no caso *intransitivo*, são responsáveis pela escolha da regra lexical que será utilizada. A regra lexical é a seguinte:

$$\text{participio\_II\_intrans} : \text{V} \begin{bmatrix} \text{SEM} & \mathbb{I} \\ \text{CL\_ASP} & \text{achiev} \\ \text{TRANS} & \textit{intransitivo} \\ \text{ARG1} & x \end{bmatrix} \Rightarrow \text{V} \begin{bmatrix} \text{CL\_ASP} & \text{achiev} \\ \text{SEM} & \lambda x \left( \begin{array}{|l} e_i \ s_i \\ \hline e_i : \mathbb{I} \\ s_i : \text{CONSEQ}(\mathbb{I}) \\ e_i \supset C s_i \end{array} \right) \end{bmatrix}$$

Após passar pela regra lexical do participípio, a DRS inclui as condições referentes ao evento  $e_i : \text{foragir}(x)$  e ao estado conseqüente  $s_i : \text{CONSEQ}(\text{foragir}(x))$ , e ainda a relação que indica que o evento é responsável pelo estado conseqüente  $e_i \supset C s_i$ .

Neste momento apresentamos a árvore com as regras gramaticais e a derivação semântica com o reconhecimento da sentença:



Após o reconhecimento da sentença, é utilizado o mecanismo de aplicação funcional e fusão de DRS, chegando à DRS, que está representada no topo da árvore.

A diferença entre esta árvore e a outra para participio estativo não resultativo é que neste caso o verbo em questão é um *achievement*, ou seja, um verbo que tem na sua denotação o estado conseqüente. Neste caso é utilizada a regra lexical *participio\_III\_intrans*, fazendo com que a representação tome esta forma.

### 4.2.9 Interpretação de estar + particípio passivo resultante

Neste último caso analisado, temos os verbos transitivos e com classe aspectual *accomplishment* ou *achievement*. Para exemplificar este caso analisaremos a seguinte sentença:

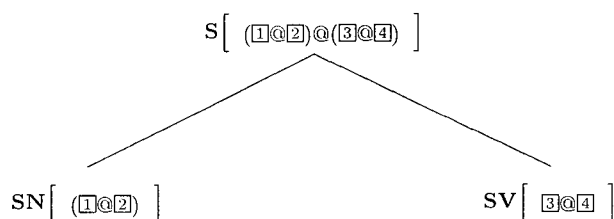
(109) A carta estava assinada.

Nesta sentença observamos que o agente que realiza a ação não está especificado. Vamos mostrar a regra lexical que será utilizada para este caso, que é a seguinte:

$$\text{participio-II-trans} : \text{V} \left[ \begin{array}{ll} \text{SEM} & \boxed{\perp} \\ \text{CL\_ASP} & \text{accomp/achiev} \\ \text{TRANS} & \text{transitivo} \\ \text{ARG1} & \text{ag} \\ \text{ARG2} & x \end{array} \right] \Rightarrow \text{V} \left[ \begin{array}{ll} \text{CL\_ASP} & \text{accomp/achiev} \\ \text{SEM} & \lambda x \left( \begin{array}{l} \boxed{e_i \ s_i \ ag} \\ e_i : \boxed{\perp} \\ s_i : \text{CONSEQ}(\boxed{\perp}) \\ e_i \supset C s_i \end{array} \right) \end{array} \right]$$

Na passagem pela regra lexical, podemos observar a entrada lexical para o verbo *assinar* do lado esquerdo da regra. Do lado direito da regra temos as condições introduzidas na DRS, e que são as seguintes: o evento de *assinar* realizado por um agente que não é especificado  $e_i : \text{assinar}(ag, x)$ ; o estado conseqüente  $s_i : \text{CONSEQ}(\text{assinar}(ag, x))$ ; e a condição  $e_i \supset C s_i$  indicando que o evento faz surgir o estado conseqüente.

A seguir a árvore sintática de reconhecimento da sentença, mudada em relação aos exemplos anteriores para facilitar a visualização. Separamos o reconhecimento do SN em uma árvore e o reconhecimento do SV em outra. Primeiro a regra  $S \rightarrow \text{SN SV}$ :



Na regra acima foi mostrado somente a composição semântica final. Agora a regra  $\text{SN} \rightarrow \text{Det Sub}$ , mostrará a composição do SN *a carta*. Mostramos a regra por ser a primeira vez que ela aparece:



$$\left( \left[ \lambda S \lambda z \left( \begin{array}{c} s_i \ t_i \ n \\ t_i \subseteq s_i \\ t_i < n \end{array} \otimes (S @ z) \right) \right] @ \left[ \lambda w \begin{array}{c} e_i \ s_i \ w \\ e_i : \text{assinar}(ag, w) \\ s_i : \text{CONSEQ}(\text{assinar}(ag, w)) \\ e_i \supset C s_i \end{array} \right] \right)$$

Após passar pelos mecanismos já explicados, teremos a DRS que representa a sentença:

$x \ s_i \ t_i \ n \ e_i$
$\text{carta}(x)$ $t_i \subseteq s_i$ $t_i < n$ $e_i : \text{assinar}(ag, x)$ $s_i : \text{CONSEQ}(\text{assinar}(ag, x))$ $e_i \supset C s_i$

Neste exemplo a regra lexical utilizada foi a do *participio\_II\_trans*, ou seja regra para o participio de verbo transitivo e com classe aspectual *accomplishment*.

O que apresentamos foi implementado em Prolog. A entrada para o programa é a sentença que queremos analisar, e a saída do programa é a DRS que representa a semântica da sentença. Na próxima seção comentamos sobre o funcionamento do programa e os resultados da sua execução.

#### 4.2.10 Detalhes do funcionamento do programa

A implementação desenvolvida é baseada e adaptada do código fonte de Blackburn e Bos [2]. Uma das funções utilizadas deste código fonte envolve uma interface, que é responsável pela análise do discurso digitado, transformando-os em uma lista de itens lexicais para que a gramática (DCG) possa fazer a análise sintática. Utilizamos também as funções que controlam o mecanismo de aplicação funcional e fusão de DRS, tudo de Blackburn e Bos [2].

Na fase de implementação, nossa contribuição foi a elaboração e codificação da gramática, do léxico e das regras lexicais, além das funções de captação da forma verbal e introdução das operações de culminância e estado conseqüente.

Para executar o programa é preciso carregar o Prolog, carregar o programa principal e digitar *run*. Aparecerá um *prompt* onde podemos digitar as sentenças. É possível criar um arquivo texto com discursos, onde cada linha é considerada um discurso, e executar o programa com o comando *run("arq")*.

Em seguida um exemplo de execução do programa, com um discurso não bem formado devido à concordância, traço (CON) que está especificado apenas no léxico e na implementação. Também os nossos três principais casos relacionados no trabalho, compare o resultado do programa com as DRS descritas anteriormente, DRS das páginas 41, 43 e 44:

```
1 ?- run.
```

```
> paulo estava preocupada.
[paulo, estava, preocupada, .]
Erro: este não é um discurso bem formado.
```

```
> paulo estava preocupado.
[paulo, estava, preocupado, .]
```

```
e1 s2 t3 n a
```

```
-----
```

```
a=paulo
t3<=s2
t3<n
preocupar(s2, a)
e1><s2
-----
```

```
> paulo estava acompanhado.
[paulo, estava, acompanhado, .]
```

```
e1 s2 t3 n a
```

```
-----
```

```
a=paulo
t3<=s2
t3<n
acompanhar(s2, ag, a)
```

```

-----
> paulo estava foragido.
[paulo, estava, foragido, .]

e1 s2 t3 n a
-----
a=paulo
t3<=s2
t3<n
foragir(e1, a)
conseq_foragir(s2, a)
e1><s2
-----

> a carta estava assinada.
[a, carta, estava, assinada, .]

e1 s2 t3 n a ag
-----
carta(a)
t3<=s2
t3<n
assinar(e1, ag, a)
conseq_assinar(s2, ag, a)
e1><s2
-----

```

Observamos que o exemplo não bem formado ocorreu pela não concordância do sujeito com o participio. Outro detalhe na DRS de resultado é o fato do estado ou evento aparecer dentro do argumento, diferentemente do que mostramos nos exemplos ao longo da dissertação. Outra diferença é a maneira de mostrar o operador de estado conseqüente *conseq\_assinar(s2, ag, a)*. Na representação da inclusão do tempo de localização no estado, utilizamos na implementação do programa o símbolo ( $\leq$ ), e para a representação do estado conseqüente o símbolo ( $><$ ).

## CAPÍTULO 5

### CONSIDERAÇÕES FINAIS E TRABALHOS FUTUROS

Nosso trabalho é uma continuação das pesquisas que envolvem a representação e a contribuição semântica do verbo e das perífrases verbais de uma sentença. Levantamos vários conceitos que podem ser utilizados como ferramentas para implementações futuras.

Neste trabalho dividimos a representação da perífrase *estar + participio* em quatro casos. Cada caso possui uma particularidade que permite uma interpretação diferente. Para fazer a divisão utilizamos como critérios a classe aspectual, a transitividade e a voz ativa ou passiva.

Para chegar aos resultados utilizamos uma análise de corpus que permitiu enquadrar as sentenças mais utilizadas com a perífrase *estar + participio* nos casos que dividimos.

Portanto quando tivermos numa sentença um verbo que se apresenta com classe aspectual de atividade ou de estado, isso significa que o verbo não possui estado resultante. Se por outro lado o verbo for de *accomplishment* ou de *achievement*, naturalmente o verbo possui um estado resultante. O outro critério, o da transitividade, nos permite fazer a distinção entre a voz ativa e passiva.

Vimos que o auxiliar *estar* que nós utilizamos para o *participio* possui a mesma representação do *estar* utilizado por Gagnon et al. [7] em seu trabalho com o *gerúndio*.

Os critérios e a formalização desenvolvidos neste trabalho devem ser confirmados mais atentamente com estudos lingüísticos mais avançados. Novos detalhes poderão ser facilmente incorporados ao nosso trabalho, bem como usar os fenômenos estudados para aplicar no uso de outras perífrases.

Como trabalhos futuros fica reservado a implementação de outras perífrases, principalmente as que envolvem o verbo *ter + participio*, perífrases com o verbo *começar a, andar, continuar, etc.*

Outro trabalho que podemos realizar é adaptar e juntar este trabalho com o trabalho

relativo a advérbios, que será um importante e grande desafio, envolvendo principalmente os advérbios temporais e modificações aspectuais que estes advérbios trazem para a semântica das sentenças em que estão inseridos.

## CAPÍTULO 6

### APÊNDICES

#### 6.1 Apêndice A - Regras da Gramática

$$(R1) \quad d \rightarrow d_1 \left[ \text{SEM } \boxed{1} \right]$$

$$(R2.1) \quad d_1 \left[ \text{SEM } \boxed{1} \right] \rightarrow s \left[ \text{SEM } \boxed{1} \right]$$

$$(R2.2) \quad d_1 \left[ \text{SEM } \lambda D(\boxed{2} @ (\boxed{1} @ D)) \right] \rightarrow s \left[ \text{SEM } \boxed{1} \right], d \left[ \text{SEM } \boxed{2} \right]$$

$$(R3) \quad s \left[ \text{SEM } \boxed{1} @ \boxed{2} \right] \rightarrow \text{sn} \left[ \text{SEM } \boxed{1} \right], \text{sv} \left[ \text{SEM } \boxed{2} \right]$$

$$(R4.1) \quad \text{sn} \left[ \text{SEM } \boxed{1} @ \boxed{2} \right] \rightarrow \text{det} \left[ \text{SEM } \boxed{1} \right], \text{sub} \left[ \text{SEM } \boxed{2} \right]$$

$$(R4.2) \quad \text{sn} \left[ \text{SEM } \boxed{1} \right] \rightarrow \text{nom} \left[ \text{SEM } \boxed{1} \right]$$

$$(R5.1) \quad \text{sv} \left[ \text{SEM } \boxed{1} @ \boxed{2} \right] \rightarrow \text{ser} \left[ \text{SEM } \boxed{1} \right], \text{sv} \left[ \text{SEM } \boxed{2} \right]$$

$$(R5.2) \quad \text{sv} \left[ \text{SEM } \boxed{1} @ \boxed{2} \right] \rightarrow \text{estar} \left[ \text{SEM } \boxed{1} \right], \text{sv} \left[ \text{SEM } \boxed{2} \right]$$

$$(R5.3) \quad \text{sv} \left[ \text{SEM } \boxed{1} \right] \rightarrow v \left[ \text{SEM } \boxed{1} \right]$$

$$(R5.2) \quad \text{sv} \left[ \text{SEM } \boxed{1} @ \boxed{2} \right] \rightarrow v \left[ \text{SEM } \boxed{1} \right], \text{sn} \left[ \text{SEM } \boxed{2} \right]$$

## 6.2 Apêndice B - Léxico

$$\left\langle \begin{array}{l} \text{paulo,} \\ \text{Nom} \end{array} \left[ \begin{array}{l} \text{SEM } \lambda P \left( \begin{array}{|c|} \hline p \\ \hline \text{paulo}(p) \\ \hline \end{array} \otimes (P @ p) \right) \\ \text{CON } \left[ \begin{array}{l} \text{PES } 3 \\ \text{NUM } \textit{sing} \end{array} \right] \end{array} \right] \right\rangle$$

$$\left\langle \begin{array}{l} \text{carta,} \\ \text{Subs} \end{array} \left[ \begin{array}{l} \text{SEM } \lambda x \begin{array}{|c|} \hline x \\ \hline \text{carta}(x) \\ \hline \end{array} \\ \text{CON } \left[ \begin{array}{l} \text{PES } 3 \\ \text{NUM } \textit{sing} \end{array} \right] \end{array} \right] \right\rangle$$

$$\left\langle \begin{array}{l} \text{relógio,} \\ \text{Subs} \end{array} \left[ \begin{array}{l} \text{SEM } \lambda x \begin{array}{|c|} \hline x \\ \hline \text{relógio}(x) \\ \hline \end{array} \\ \text{CON } \left[ \begin{array}{l} \text{PES } 3 \\ \text{NUM } \textit{sing} \end{array} \right] \end{array} \right] \right\rangle$$

$$\left\langle \begin{array}{l} \text{o,} \\ \text{det} \end{array} \left[ \begin{array}{l} \text{SEM } \lambda P \lambda Q (P @ x) \otimes (Q @ x) \\ \text{CON } \left[ \begin{array}{l} \text{GEN } \textit{masc} \\ \text{NUM } \textit{sing} \end{array} \right] \end{array} \right] \right\rangle$$

$$\left\langle \begin{array}{l} \text{a,} \\ \text{det} \end{array} \left[ \begin{array}{l} \text{SEM } \lambda P \lambda Q (P @ x) \otimes (Q @ x) \\ \text{CON } \left[ \begin{array}{l} \text{GEN } \textit{fem} \\ \text{NUM } \textit{sing} \end{array} \right] \end{array} \right] \right\rangle$$

$$\left\langle \text{dormir, V} \begin{bmatrix} \text{SEM} & \text{dormir}(x) \\ \text{CL\_ASP} & \text{ativ} \\ \text{TRANS} & \textit{intransitivo} \\ \text{ARG1} & x \end{bmatrix} \right\rangle$$

$$\left\langle \text{preocupar, V} \begin{bmatrix} \text{SEM} & \text{preocupar}(x) \\ \text{CL\_ASP} & \text{estado} \\ \text{TRANS} & \textit{intransitivo} \\ \text{ARG1} & x \end{bmatrix} \right\rangle$$

$$\left\langle \text{acompanhar, V} \begin{bmatrix} \text{SEM} & \text{acompanhar}(x, y) \\ \text{CL\_ASP} & \text{ativ} \\ \text{TRANS} & \textit{transitivo} \\ \text{ARG1} & x \\ \text{ARG2} & y \end{bmatrix} \right\rangle$$

$$\left\langle \text{cair, V} \begin{bmatrix} \text{SEM} & \text{cair}(x) \\ \text{CL\_ASP} & \text{achiev} \\ \text{TRANS} & \textit{intransitivo} \\ \text{ARG1} & x \end{bmatrix} \right\rangle$$

$$\left\langle \text{foragir, V} \begin{bmatrix} \text{SEM} & \text{foragir}(x) \\ \text{CL\_ASP} & \text{achiev} \\ \text{TRANS} & \textit{intransitivo} \\ \text{ARG1} & x \end{bmatrix} \right\rangle$$

$$\left\langle \text{assinar, V} \left[ \begin{array}{ll} \text{SEM} & \text{assinar}(x, y) \\ \text{CL\_ASP} & \text{accomp} \\ \text{TRANS} & \text{transitivo} \\ \text{ARG1} & x \\ \text{ARG2} & y \end{array} \right] \right\rangle$$

$$\left\langle \text{estava, ESTAR} \left[ \text{SEM } \lambda P \lambda x \left( \begin{array}{c} s_i \ t_i \ n \\ t_i \subseteq s_i \\ t_i < n \end{array} \otimes (P @ x) \right) \right] \right\rangle$$

$$\left\langle \text{esteve, ESTAR} \left[ \text{SEM } \lambda P \lambda x \left( \begin{array}{c} s_i \ t_i \ t_j \ n \\ s_i \subseteq t_i \\ t_i < n \end{array} \otimes (P @ x) \right) \right] \right\rangle$$

$$\left\langle \text{foi, SER} \left[ \text{SEM } \lambda P \lambda x \left( \begin{array}{c} e_i \ t_i \ t_j \ n \\ e_i \subseteq t_i \\ t_i < n \end{array} \otimes (P @ x) \right) \right] \right\rangle$$

### 6.3 Apêndice C - Regras Lexicais

$$\begin{array}{l}
 \text{pret\_perf\_intrans} : \text{V} \left[ \begin{array}{l} \text{SEM} \quad \boxed{1} \\ \text{CL\_ASP} \quad \boxed{2} \\ \text{TRANS} \quad \textit{intransitivo} \\ \text{ARG1} \quad x \end{array} \right] \Rightarrow \text{V} \left[ \begin{array}{l} \text{SEM} \quad \lambda x \left( \begin{array}{l} e_i \ t_i \ t_j \ n \\ e_i : \boxed{1} \\ e_i \subseteq t_i \\ t_i < n \end{array} \right) \\ \text{CL\_ASP} \quad \boxed{2} \end{array} \right] \\
 \\
 \text{pret\_perf\_trans} : \text{V} \left[ \begin{array}{l} \text{SEM} \quad \boxed{1} \\ \text{CL\_ASP} \quad \boxed{2} \\ \text{TRANS} \quad \textit{transitivo} \\ \text{ARG1} \quad x \\ \text{ARG2} \quad y \end{array} \right] \Rightarrow \text{V} \left[ \begin{array}{l} \text{SEM} \quad \lambda P \ \lambda x \ P @ \ \lambda y \ \left( \begin{array}{l} e_i \ t_i \ t_j \ n \\ e_i : \boxed{1} \\ e_i \subseteq t_i \\ t_i < n \end{array} \right) \\ \text{CL\_ASP} \quad \boxed{2} \end{array} \right] \\
 \\
 \text{pret\_imperf\_intrans} : \text{V} \left[ \begin{array}{l} \text{SEM} \quad \boxed{1} \\ \text{CL\_ASP} \quad \boxed{2} \\ \text{TRANS} \quad \textit{intransitivo} \\ \text{ARG1} \quad x \end{array} \right] \Rightarrow \text{V} \left[ \begin{array}{l} \text{SEM} \quad \lambda x \left( \begin{array}{l} s_i \ t_i \ n \\ s_i : \textit{PROG}(\boxed{1}) \\ t_i < n \\ t_i \subseteq s_i \end{array} \right) \\ \text{CL\_ASP} \quad \boxed{2} \end{array} \right] \\
 \\
 \text{pret\_imperf\_trans} : \text{V} \left[ \begin{array}{l} \text{SEM} \quad \boxed{1} \\ \text{CL\_ASP} \quad \boxed{2} \\ \text{TRANS} \quad \textit{transitivo} \\ \text{ARG1} \quad x \\ \text{ARG2} \quad y \end{array} \right] \Rightarrow \text{V} \left[ \begin{array}{l} \text{SEM} \quad \lambda P \ \lambda x \ P @ \ \lambda y \ \left( \begin{array}{l} s_i \ t_i \ n \\ s_i : \textit{PROG}(\boxed{1}) \\ t_i < n \\ t_i \subseteq s_i \end{array} \right) \\ \text{CL\_ASP} \quad \boxed{2} \end{array} \right] \\
 \\
 \text{gerundio\_I\_intrans} : \text{V} \left[ \begin{array}{l} \text{SEM} \quad \boxed{1} \\ \text{CL\_ASP} \quad \textit{ativ/estado} \\ \text{TRANS} \quad \textit{intransitivo} \\ \text{ARG1} \quad x \end{array} \right] \Rightarrow \text{V} \left[ \begin{array}{l} \text{CL\_ASP} \quad \textit{ativ/estado} \\ \text{SEM} \quad \lambda x \ \left( \begin{array}{l} s_i \\ s_i : \textit{PROG}(\boxed{1}) \end{array} \right) \end{array} \right] \\
 \\
 \text{gerundio\_I\_trans} : \text{V} \left[ \begin{array}{l} \text{SEM} \quad \boxed{1} \\ \text{CL\_ASP} \quad \textit{ativ/estado} \\ \text{TRANS} \quad \textit{transitivo} \\ \text{ARG1} \quad x \\ \text{ARG2} \quad y \end{array} \right] \Rightarrow \text{V} \left[ \begin{array}{l} \text{CL\_ASP} \quad \textit{ativ/estado} \\ \text{SEM} \quad \lambda P \ \lambda x \ P @ \ \lambda y \ \left( \begin{array}{l} s_i \\ s_i : \textit{PROG}(\boxed{1}) \end{array} \right) \end{array} \right] \\
 \\
 \text{gerundio\_II\_intrans} : \text{V} \left[ \begin{array}{l} \text{SEM} \quad \boxed{1} \\ \text{CL\_ASP} \quad \textit{accomp/achiev} \\ \text{TRANS} \quad \textit{intransitivo} \\ \text{ARG1} \quad x \end{array} \right] \Rightarrow \text{V} \left[ \begin{array}{l} \text{CL\_ASP} \quad \textit{accomp/achiev} \\ \text{SEM} \quad \lambda x \ \left( \begin{array}{l} s_i \\ s_i : \textit{PROG}(\textit{PREP}(\boxed{1})) \end{array} \right) \end{array} \right]
 \end{array}$$

$$\text{gerundio\_II\_trans} : \text{V} \left[ \begin{array}{l} \text{SEM} \quad \boxed{\mathbb{I}} \\ \text{CL\_ASP} \quad \text{accomp/achiev} \\ \text{TRANS} \quad \text{transitivo} \\ \text{ARG1} \quad x \\ \text{ARG2} \quad y \end{array} \right] \Rightarrow \text{V} \left[ \begin{array}{l} \text{CL\_ASP} \quad \text{accomp/achiev} \\ \text{SEM} \quad \lambda P \lambda x P @ \lambda y \quad \begin{array}{|l} s_i \\ \hline s_i : \text{PROG}(\text{PREP}(\boxed{\mathbb{I}})) \end{array} \end{array} \right]$$

$$\text{participio\_I\_intrans} : \text{V} \left[ \begin{array}{l} \text{SEM} \quad \boxed{\mathbb{I}} \\ \text{CL\_ASP} \quad \text{ativ/estado} \\ \text{TRANS} \quad \text{intransitivo} \\ \text{ARG1} \quad x \end{array} \right] \Rightarrow \text{V} \left[ \begin{array}{l} \text{CL\_ASP} \quad \text{ativ/estado} \\ \text{SEM} \quad \lambda x \left( \begin{array}{|l} e_i s_i \\ \hline s_i : \boxed{\mathbb{I}} \\ \hline e_i \supset C s_i \end{array} \right) \end{array} \right]$$

$$\text{participio\_I\_trans} : \text{V} \left[ \begin{array}{l} \text{SEM} \quad \boxed{\mathbb{I}} \\ \text{CL\_ASP} \quad \text{ativ/estado} \\ \text{TRANS} \quad \text{transitivo} \\ \text{ARG1} \quad ag \\ \text{ARG2} \quad x \end{array} \right] \Rightarrow \text{V} \left[ \begin{array}{l} \text{CL\_ASP} \quad \text{ativ/estado} \\ \text{SEM} \quad \lambda x \left( \begin{array}{|l} e_i s_i ag \\ \hline s_i : \boxed{\mathbb{I}} \\ \hline e_i \supset C s_i \end{array} \right) \end{array} \right]$$

$$\text{participio\_II\_intrans} : \text{V} \left[ \begin{array}{l} \text{SEM} \quad \boxed{\mathbb{I}} \\ \text{CL\_ASP} \quad \text{achiev} \\ \text{TRANS} \quad \text{intransitivo} \\ \text{ARG1} \quad x \end{array} \right] \Rightarrow \text{V} \left[ \begin{array}{l} \text{CL\_ASP} \quad \text{achiev} \\ \text{SEM} \quad \lambda x \left( \begin{array}{|l} e_i s_i \\ \hline e_i : (\boxed{\mathbb{I}}) \\ \hline s_i : \text{CONSEQ}(\boxed{\mathbb{I}}) \\ \hline e_i \supset C s_i \end{array} \right) \end{array} \right]$$

$$\text{participio\_II\_trans} : \text{V} \left[ \begin{array}{l} \text{SEM} \quad \boxed{\mathbb{I}} \\ \text{CL\_ASP} \quad \text{accomp/achiev} \\ \text{TRANS} \quad \text{transitivo} \\ \text{ARG1} \quad ag \\ \text{ARG2} \quad x \end{array} \right] \Rightarrow \text{V} \left[ \begin{array}{l} \text{CL\_ASP} \quad \text{accomp/achiev} \\ \text{SEM} \quad \lambda x \left( \begin{array}{|l} e_i s_i ag \\ \hline e_i : (\boxed{\mathbb{I}}) \\ \hline s_i : \text{CONSEQ}(\boxed{\mathbb{I}}) \\ \hline e_i \supset C s_i \end{array} \right) \end{array} \right]$$

## BIBLIOGRAFIA

- [1] E. Bach. *On Time, Tense and Aspect: An Essay in English Metaphysics*. In P. Cole (ed.) *Radical Pragmatics* Academic Press, 61-82, New York, 1981.
- [2] Patrick Blackburn e Johan Bos. *Representation and Inference for Natural Language. A First Course in Computational Semantics*. Lecture Notes for ESSLLI'97, Claus Report Nr. 90. Aix-en-Provence, 1999.
- [3] Patrick Blackburn, Claire Gardent, e Maarten de Rijke. Rich ontologies for tense and aspect. J. Seligman e D. Westerstahl, editors, *Logic, Language and Computation*, Stanford, 1996. CSLI Publications.
- [4] Johan Bos, Elsbeth Mastenboek, Scott McGlashan, Sebastian Millies, e Manfred Pinkal. *A composicional DRS-based formalism for NLP applications*. In Proceedings of the international Workshop on Computational Linguistics, pages 21-31, Tilburg, 1994.
- [5] Michael A. Covington. Gulp 3.1: An extension of prolog for unification-based grammar. Relatório Técnico Research Report AI-1994-06, Artificial Intelligence Center, The University of Georgia, 1994.
- [6] D Davidson. *Essay on actions and events*. Clarendon Press, Oxford, 1980.
- [7] Michel Gagnon, Elena Godoy, e Rogério de Oliveira. An Implementation of DRT for a Compositional Interpretation of the Portuguese Progressive Form. *4<sup>th</sup> International Workshop on Computational Semantics, Tilburg*, 2001.
- [8] Elena Godoy. *Aspectos do Aspecto*. Tese de Doutorado. Departamento de Lingüística, Unicamp - Campinas, 1992.
- [9] Rodolfo Ilari. *Gramática do Português Falado - Vol II - Níveis de Análise Lingüística*. Editora da UNICAMP, Campinas, 1996.

- [10] Rodolfo Ilari. *A Expressão do Tempo em Português*. EDUC - Editora da PUC-SP, São Paulo, 1997.
- [11] Hans Kamp e Uwe Reyle. *From Discourse to Logic*. Kluwer Academic, Dordrecht, 1993.
- [12] M. Moens e M. Steedman. Temporal Ontology and Temporal Reference. *Computational Linguistics*, 14(2), 1988.
- [13] Rogério de Oliveira. *Do Progressivo do Inglês ao Progressivo do Português*. Tese de Mestrado do Departamento de Lingüística. Universidade Federal do Paraná, Curitiba-PR, 1999.
- [14] F. Pereira e D. Warren. Definite Clause Grammars for Language Analysis: A Survey of the Formalism and a Comparison with Augmented Transition Networks. *Artificial Intelligence*, 12:231-278, 1980.
- [15] A. Prior. *Past, Present and Future*. Oxford University Press, Oxford, 1967.
- [16] H. Reichenbach. *Elements of Symbolic Logic*. McMillan, New York, 1947.
- [17] Carlota S. Smith. *The Parameter of Aspect*. Kluwer Academic Publishers, University of Texas, 1997.
- [18] L. C. Travaglia. *O Aspecto Verbal no Português*. Editora da Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 1985.
- [19] Johan van Benthem. *The Logic of Time*. Dordrecht: Reidel, 1983.
- [20] Z. Vendler. *Linguistics in Philosophy*, capítulo Verbs and Times. Cornell University Press, Ithaca, 1967.
- [21] H. J. Verkuyl. Aspectual classes and aspectual composition. *Linguistics and Philosophy*, 12:39-94, 1989.
- [22] H. J. Verkuyl. *A theory of aspectuality. The interaction between temporal and atemporal structure*. Cambridge University Press, Cambridge, 1993.