

Classificação Sintagmática Focalizando a Síntese de Fala: Regras para o Português Brasileiro

Izabel C. Seara, Monique V. Nicodem, Rui Seara e Rui Seara Jr.

Resumo—A prosódia alvo de sistemas concatenativos de síntese de fala é obtida utilizando algoritmos de modelagem treinados em um procedimento *offline*. Esses algoritmos são desenvolvidos tomando como referência as características linguísticas (por exemplo, separação silábica, tonicidade e divisão em sintagmas fonológicos e entoacionais) das sentenças contidas em um banco de fala gravado. Neste trabalho, é apresentado um procedimento para classificação e divisão automáticas de sentenças em sintagmas fonológicos. A classificação é baseada em regras que resultam em um percentual de acerto de 92,86%. Além do mais, ela pode auxiliar no processo de predição de pausas, conduzindo a um adequado estabelecimento de sintagmas entoacionais e, conseqüentemente, a uma melhor naturalidade da fala sintética.

Palavras-chave—Classificação em sintagmas, Sintagmas fonológicos e entoacionais, Síntese concatenativa de fala.

Abstract—The target prosody of concatenative speech synthesis systems is often obtained by using modeling algorithms specially trained in an offline procedure. These algorithms are developed by taking into account linguistic features (for example, syllabification, accent, and segmentation into syntactic and prosodic phrases) of the sentences existing in a recorded speech database. This paper presents an automatic approach to classify and segment sentences into syntactic phrases. Such a classification is based on rules that provide a correctness percentage of 92,86%. In addition, it can contribute to a pause insertion process, leading to an appropriate establishment of prosodic phrases and consequently to a better speech naturalness.

Keywords—Classification into phrases, Prosodic and syntactic phrases, Concatenative speech synthesis.

I. INTRODUÇÃO

As tecnologias atuais de síntese de fala permitem converter irrestritamente qualquer texto em fala. Esses sistemas realizam tal conversão considerando duas etapas principais: processamento lingüístico e síntese propriamente dita do sinal de fala. Durante a etapa de processamento lingüístico, o texto é primeiramente normalizado (expansão de abreviaturas, siglas e numerais), as sentenças são submetidas a um processo de conversão grafema-fonema e algumas características lingüísticas são extraídas do texto. Tais características são tomadas como referência para gerar uma prosódia alvo, constituída de parâmetros tais como contorno de *pitch*, duração segmental,

energia e localização de pausas. Durante a síntese propriamente dita, a maioria dos sistemas atuais com alta qualidade de fala sintética utilizam um esquema baseado em síntese concatenativa. Em tais sistemas, a fala é obtida considerando a justaposição de segmentos de fala armazenados em um banco previamente gravado. Na grande maioria dos sistemas atuais, os segmentos efetivamente adotados na síntese são determinados por um procedimento automático de seleção e otimização cuja função a ser minimizada consiste em uma soma ponderada dos custos concatenativo e alvo. O primeiro desses custos avalia o grau de continuidade espectral existente entre segmentos de fala adjacentes. O custo alvo, por sua vez, avalia o quanto os segmentos sob análise atendem à prosódia alvo [1]–[3]. Essa prosódia é definida utilizando algoritmos de modelagem previamente treinados em um procedimento *offline*.

Algoritmos de modelagem prosódica são comumente desenvolvidos tomando como referência as características lingüísticas de sentenças contidas em um banco gravado, uma vez que existe relação direta entre tais características (sintaxe) e o padrão entoacional das sentenças (prosódia) [4]. Assim, essa modelagem será tanto mais efetiva para gerar fala sintética de maior naturalidade entoacional quanto melhores forem definidas essas características. Separação silábica, determinação de tonicidade, classificação morfossintática e divisão da sentença em sintagmas (fonológicos e entoacionais) correspondem a algumas características freqüentemente requeridas por sistemas de síntese.

A característica que nos interessa nesse momento é a divisão da sentença em sintagmas fonológicos. Um sintagma fonológico constitui-se de uma ou mais palavras gramaticais (artigos, pronomes adjetivos, conjunções, preposições, advérbios e suas locuções correspondentes) e uma ou mais palavras de conteúdo (nomes, verbos, adjetivos, pronomes substantivos). Assim, por exemplo, a sentença **A menina esgotou a minha paciência** é constituída de três sintagmas fonológicos, sendo segmentada da seguinte maneira: **A menina / esgotou / a minha paciência**. A partir de sintagmas fonológicos, pode-se definir a divisão em sintagmas entoacionais já que estes últimos têm suas fronteiras demarcadas naqueles pontos em que um locutor insere pausas ao pronunciar uma frase. É importante mencionar que as pausas só podem ser inseridas na fala natural entre fronteiras de sintagmas fonológicos. Assim, o conhecimento da divisão de uma dada sentença em sintagmas fonológicos pode auxiliar nessa predição do posicionamento de pausas visando especialmente aplicações de síntese de fala. Tal predição resulta também em uma definição de sintagmas entoacionais capazes de efetivamente reproduzir uma prosódia

Izabel C. Seara, Monique V. Nicodem, Rui Seara e Rui Seara Jr., LINSE – Laboratório de Circuitos e Processamento de Sinais, Departamento de Engenharia Elétrica, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, E-mails: {monique, izabels, seara, daiana, ruijr}@linse.ufsc.br.

Este trabalho foi parcialmente financiado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP) e Dígito Tecnologia Ltda.

de fala natural durante uma elocução sintetizada [5].

Assim, este trabalho apresenta um procedimento para dividir e classificar as sentenças do português brasileiro (PB) em sintagmas fonológicos. Tal classificador é baseado em um conjunto de regras concebidas a partir das classes morfosintáticas das palavras contidas em uma dada sentença. Essa classificação compreende as seguintes categorias: nominal, verbal, adverbial e preposicional [5], [6].

O procedimento de divisão e classificação aqui proposto é avaliado tomando como banco de teste as 200 primeiras frases de [7]. A divisão é avaliada considerando o percentual de detecções corretas de limites entre sintagmas bem como de falsos alarmes. O desempenho na classificação é obtido considerando o percentual de acerto na classificação sintagmática das palavras constituintes das 200 frases.

Este trabalho é organizado então da seguinte forma. Na Seção II, são apresentadas as classes de palavras consideradas no processo de classificação morfosintática. Na Seção III, são apresentados os conceitos de sintagma e a tipologia sintagmática. A Seção IV apresenta as regras de classificação sintagmática e alguns exemplos de frases classificadas automaticamente. Na Seção V, é feita uma análise de desempenho da técnica proposta bem como uma análise de erros. Por fim, na Seção VI, são apresentadas as conclusões acerca do tema em estudo.

II. CLASSIFICAÇÃO MORFOSSINTÁTICA

Como as regras de divisão e classificação sintagmática de sentenças se baseiam na classificação morfosintática das palavras constituintes de uma dada sentença, é preciso então obter primeiramente essa classificação. Para tal, é adotado um classificador morfosintático responsável por determinar de forma automática a classe das palavras. Nesse caso, 24 classes morfosintáticas são consideradas. Essas classes são apresentadas na Tabela I.

Através de uma análise das classes das palavras constituintes das 200 primeiras sentenças de [7], verifica-se que o desempenho da classificação morfosintática automática aqui considerada é de 96,04%.

É importante mencionar que as regras de classificação morfosintática não são aqui mostradas de forma detalhada, porque a classificação morfosintática está fora do escopo deste trabalho.

III. CLASSIFICAÇÃO SINTAGMÁTICA

Um sintagma é definido como um grupo de palavras adjacentes que formam entre si uma unidade prosódica. A classe de cada sintagma constituinte de uma dada sentença depende das classes morfosintáticas (verbo, substantivo, advérbio, etc.) das palavras constituintes dos sintagmas da sentença, mais especificamente da classe morfosintática da palavra núcleo do sintagma. Assim, no sintagma **a menina**, a palavra núcleo é **menina**. A classe morfosintática dessa palavra núcleo é nome. Esse grupo de palavras define então a classe sintagma nominal (SN). De maneira análoga, os sintagmas verbal (SV), adverbial (SADV), preposicional (SPREP) e adjetival (SADJ)

TABELA I
CLASSES DE PALAVRAS CONSIDERADAS NO CLASSIFICADOR
MORFOSSINTÁTICO

Símbolo	Classes	Exemplos
ADJ	Adjetivo	Bonito, feliz, integral
ADV	Advérbio	Ontem, aqui
ART	Artigo definido e indefinido	O, as, um, umas
CONJ	Conjunção	Mas, contudo, porque
DEM	Pronome demonstrativo adjetivo	Aquele, aquelas, esse
DEMS	Pronome demonstrativo substantivo	Isto, aquilo, isso
IND	Pronome indefinido adjetivo	Algun, nenhum
INDS	Pronome indefinido substantivo	Nada, algo, alguém
LADV	Locução adverbial	Atrás da
LCONJ	Locução conjuntiva	À medida que
LPREP	Locução prepositiva	Da mesma forma
LREL	Locução pronominal relativa	As quais, o qual
NOME	Substantivo comum e próprio	Menino, José
NUM	Numeral	Dois, dez, milhões
OBA	Pronome oblíquo átono	O, as, me, nos
OBT	Pronome oblíquo tônico	Mim, ti, consigo
PDEN	Palavras denotativas	Que
PER	Pronome interrogativo	Quem, qual, o que
POS	Pronome possessivo	Meu, minhas, nossas
PREP	Preposição	De, a, para
REL	Pronome relativo	Que, cujo
RET	Pronome pessoal do caso reto	Eu, tu, ele, nós
VER	Verbo finito	Faço, amaste
VERN	Verbos na forma nominal	Amar, amado, amando

apresentam como núcleo, respectivamente, um verbo, advérbio, preposição e adjetivo.

Neste trabalho, as definições acima são utilizadas em um *parser* que segmenta e classifica automaticamente os sintagmas de uma sentença em função das classes de palavras geradas pelo classificador morfosintático. Nesse caso, as seguintes classes sintagmáticas são consideradas: SN, SV, SPREP e SADV. O sintagma adjetival aparece agregado ao sintagma nominal já que funciona como um modificador de um nome. Por exemplo, na sentença **Maria tem olhos azuis**, a palavra **azuis** pode ser classificada isoladamente como um sintagma adjetival ou a expressão **olhos azuis** pode ser classificada como um sintagma nominal. Em nosso classificador, o sintagma adjetival **azuis** é incorporado ao SN (**olhos**).

IV. REGRAS DE CLASSIFICAÇÃO

O classificador sintagmático aqui apresentado é composto de 34 regras, sendo 15 para classificação de sintagmas nominais, 8 para os verbais, 5 para os adverbiais e 6 para os preposicionais. Tais regras são apresentadas na Tabela II. Nessa tabela, a regra de número (21), por exemplo, indica que um pronome oblíquo átono (OBA) seguido de um verbo (VER) ou uma forma verbo-nominal (VERN) constituem um sintagma verbal. Assim, na frase **Ele se comprometeu**, o pronome oblíquo átono **se** seguido do verbo **comprometeu** constituem um sintagma verbal.

TABELA II
REGRAS DE CLASSIFICAÇÃO SINTAGMÁTICA¹

1)	[SN -> ART + POS NUM IND + SN] + SN] + SN]
2)	[SN -> ART + POS NUM IND + SN] + SN]
3)	[SN -> POS NUM DEM ART IND + SN]
4)	[SN -> ART + POS NUM IND + VERN]
5)	[SN -> INDS DEMS DEM NUM RET]
6)	[SN -> ART + POS NUM IND + SN]
7)	[SN -> IND + ART + NOME]
8)	[SN -> NUM + SN]
9)	[SN -> IND + SN]
10)	[SN -> ART + IND]
11)	[SN -> ART + NUM]
12)	[SN -> NOME ADJ]
13)	[SN -> ART + SN]
14)	[SN -> NUM]
15)	[SN -> IND]
16)	[SV -> VER VERN]
17)	[SV -> SV + ADV]
18)	[SV -> VER + ADV LADV + VERN]
19)	[SV -> VER + VERN + VER]
20)	[SV -> LADV ADV + SV]
21)	[SV -> OBA + VER VERN]
22)	[SV -> VER VERN + OBA]
23)	[SV -> ADV + SV]
24)	[SADV -> ADV LADV]
25)	[SADV -> LADV + SN]
26)	[SADV -> ADV LADV + LPREP PREP + SN]
27)	[SADV -> ADV LADV + SADV]
28)	[SADV -> ADV LADV + ADJ]
29)	[SPREP -> PREP LPREP + VERN NOME]
30)	[SPREP -> LPREP PREP + SN]
31)	[SPREP -> LPREP PREP + SN + SN]
32)	[SPREP -> LPREP PREP + SN + SN + SN]
33)	[SPREP -> LPREP PREP + SN + SN + SN + SN]
34)	[SPREP -> LPREP PREP + VERN + SN]

¹ Nesta tabela, o símbolo “+” indica as classes gramaticais que quando consecutivas definem um sintagma. O símbolo “|” significa “ou” (classes que podem ocupar a mesma posição na regra).

Para a construção das regras de classificação em constituintes sintagmáticos, a propriedade lingüística de recursividade é aqui considerada [8].

Recursividade é a propriedade de colocar estruturas dentro de outras estruturas de mesma classe, permitindo aos falantes produzir um número potencialmente ilimitado de sentenças. Essa propriedade ocorre, por exemplo, em sintagmas nominais. Assim, na sentença **A areia da praia de Copacabana era considerada a mais limpa da cidade do Rio de Janeiro**, os seguintes conjuntos de vocábulos podem ser classificados como sintagmas nominais: **a areia da praia de Copacabana, a areia da praia, a areia, praia, Copacabana, a mais limpa da cidade do Rio de Janeiro, a mais limpa da cidade, a mais limpa, Rio de Janeiro, Rio, Janeiro e cidade**. Tal propriedade é usada nas regras (1), (2), (3), (6), (13), (20) e (23) exibidas na Tabela II. Nelas se observam sintagmas dentro de sintagmas de mesma classe.

Na Tabela III, é apresentado um exemplo de aplicação das regras criadas. Assim, na sentença **Arredondou a idade do percussionista para cinquenta anos**, as palavras são etiquetadas quanto às suas classes morfossintáticas e à sua composição sintagmática. Em uma primeira iteração do classificador sintagmático, verifica-se que a regra (16) define o vocábulo **arredondou** (VER) como SV, a regra (12) define **idade, percussionista e anos** (NOME) como SNs. Em uma segunda iteração, a regra (3) classifica **a idade** (ART + SN) como SN, a regra (30) classifica **do percussionista** (PREP + SN) como SPREP e a regra (8) classifica **cinquenta anos** (NUM + SN) como SN. Por fim, em uma última iteração, a regra (30) atribui a **para cinquenta anos** (PREP + SN) um SPREP.

Após a classificação sintagmática, a sentença é automaticamente dividida em sintagmas fonológicos. Assim, por exemplo, na sentença **Arredondou** (SV) / **a idade** (SN) / **do percussionista** (SPREP) / **para cinquenta anos** (SPREP), os pontos de limites entre sintagmas ocorrem nas transições do SV para SN, SN para SPREP e SPREP para SPREP.

A. Considerações sobre a Classificação Sintagmática

Se levarmos em conta o nível hierárquico analisado, diferenças de classificação sintagmática podem ser observadas. Por exemplo, na frase dividida automaticamente nos sintagmas fonológicos **Os trabalhadores / dos Correios / ganharam / um carro**, as palavras **dos Correios**, aqui classificadas como SPREP, poderiam, em um nível hierárquico mais alto, estar contidas no sintagma nominal **os trabalhadores**, uma vez que sua função é de modificador do nome **Os trabalhadores**. Todavia, na frase **Os trabalhadores / no Natal / ganharam / um carro**, as palavras **no Natal** também são classificadas como SPREP, mas, nesse caso, não poderiam estar contidas no sintagma nominal **os trabalhadores**, pois funcionam como um advérbio de tempo. Porém, até o momento, o classificador sintagmático aqui descrito não é capaz de diferenciar sintagmas preposicionais que funcionam como adjuntos adverbiais (como deveria ser tratada a expressão **no Natal**) daqueles que funcionam como adjuntos adnominais (como seria classificada a expressão **dos Correios**). Dessa forma, os elementos **os trabalhadores dos Correios** são rotulados como dois sintagmas: o primeiro, um SN (**os trabalhadores**, cujo núcleo é a palavra **trabalhadores**) e o segundo, um SPREP (**dos Correios**, que funciona como especificador de trabalhadores).

Ainda, nesta oração, tem-se uma simplificação do sintagma verbal **ganharam um carro** que é composto pelo verbo **ganharam** e pelo sintagma nominal **um carro**. Em nosso sistema, esse sintagma verbal é dividido em dois outros: um, constituído apenas do verbo **ganharam** que continua com o rótulo SV, por ter como núcleo um verbo; e outro, rotulado como SN e formado pelo sintagma **um carro** que possui como núcleo um nome (objeto do verbo).

É importante mencionar que estas simplificações não se constituem em erros de classificação. Isso porque os vocábulos **os trabalhadores** são efetivamente um SN e o sintagma **dos Correios** é um SPREP. Entretanto, caso essa classificação fosse analisada em um nível hierárquico mais alto, esses

TABELA III

CLASSIFICAÇÃO MORFOSSINTÁTICA E SINTAGMÁTICA DA SENTENÇA "ARREDONDOU A IDADE DO PERCUSSIONISTA PARA CINQUENTA ANOS"

Sentença	Arredondou	a	idade	do	percursionista	para	cinquenta	anos
Classificação morfofossintática	VER	ART	NOME	LPREP	NOME	PREP	NUM	NOME
Classificação sintagmática - 1ª iteração	SV	ART	SN	LPREP	SN	PREP	NUM	SN
Classificação sintagmática - 2ª iteração	SV		SN	LPREP	SN	PREP		SN
Classificação sintagmática - 3ª iteração	SV		SN		SPREP			SPREP

dois sintagmas poderiam ser classificados como um único SN. De maneira análoga, o vocábulo **ganharam** constitui-se efetivamente em um SV e o sintagma **um carro** em um SN, apesar de esses dois sintagmas poderem, em um nível hierárquico mais alto, constituírem-se em um único SV.

V. RESULTADOS OBTIDOS E ANÁLISE DE ERROS

Para análise de desempenho do classificador sintagmático aqui discutido, as 200 primeiras frases de [7] são tomadas como referência. Primeiramente, é apresentado, na Tabela IV, o percentual de ocorrência das classes morfofossintáticas das palavras existentes nesse banco de análise. Em seguida, pela Tabela V, verifica-se o percentual de ocorrência das classes sintagmáticas (número e percentual de palavras contidas em uma dada classe sintagmática).

TABELA IV

PERCENTUAL DE OCORRÊNCIA DAS CLASSES MORFOSSINTÁTICAS NO BANCO DE ANÁLISE

Classe	Número de palavras	Percentual
NOME	642	30,97%
VER	265	12,78%
ART	200	9,64%
PREP	192	9,26%
LPREP	131	6,31%
VERN	110	5,31%
ADJ	108	5,21%
NUM	104	5,02%
ADV	87	4,20%
CONJ	66	3,18%
IND	27	1,30%
REL	23	1,11%
LADV	23	1,11%
RET	21	1,01%
LCONJ	20	0,96%
POS	17	0,82%
DEM	16	0,77%
OBA	15	0,72%
DEMS	3	0,14%
INDS	3	0,14%
Total	2073	100%

O banco aqui descrito tem suas frases rotuladas de forma automática (morfofossintática e sintagmaticamente). Após esse procedimento automático, a etiquetagem é conferida por um lingüista experiente responsável por detectar os erros de classificação sintagmática. Por exemplo, na frase **Uma lata de**

TABELA V

SINTAGMAS DAS PALAVRAS CONSTITUINTES DO BANCO DE ANÁLISE

Sintagma	Número de palavras	Percentual
SPREP	789	38,06%
SN	695	33,53%
SV	512	24,70%
SADV	77	3,71%
Total	2073	100%

leite em pó integral vale um ingresso, o *parser* classifica **uma lata** como SN, **de leite** como SPREP e **em pó integral vale um ingresso** também como SPREP. Entretanto, somente **em pó integral** deveria ser classificada como SPREP, uma vez que a palavra **vale** é um SV e **um ingresso**, um SN. Nesse caso, verifica-se que **vale** e **um ingresso** são erroneamente classificados. Foi com essa metodologia que se verificou, para todas as frases do banco de análise, o número total de palavras classificadas dentro do sintagma incorreto. Esse número é dividido pelo número total de palavras para se obter o percentual de erro na classificação sintagmática. Na Tabela VI, é dado o percentual de erros e acertos do classificador sintagmático. Conforme observado nessa tabela, apenas 7,14% das palavras são erroneamente classificadas. O alto percentual de **classificações corretas** (92,86%) tem possibilitado de forma bastante satisfatória a implementação tanto da anotação prosódica apresentada em [9] quanto da geração de regras para inserção de pausas.

TABELA VI

NÚMERO E PERCENTUAL DAS PALAVRAS COM ERROS DE CLASSIFICAÇÃO SINTAGMÁTICA

	Número de palavras	Percentual
Acertos	1925	92,86%
Erros	148	7,14%
Total	2073	100%

Apresentamos então uma pequena discussão acerca dos principais erros existentes na classificação. Dentre as 148 palavras (de um total de 2073) com classificação sintagmática incorreta, 19 dessas incorreções são advindas de problemas na etapa de classificação morfofossintática e não na classificação sintagmática. Os erros de classificação morfofossintática que resultaram em uma classificação sintagmática incorreta são apresentados na Tabela VII. Esses erros são, em grande parte, decorrentes da ambigüidade das palavras em relação às classes

a que pertencem, por exemplo, nome e verbo (“a **pesquisa**” e “ele **pesquisa**”), particípio e adjetivo (“foi **distribuída**” e “cópia **distribuída**”), bem como artigo e preposição (“a **Infraero não sabe**” e “corresponde **a Infraero**”).

TABELA VII
ANÁLISE DOS ERROS DE CLASSIFICAÇÃO MORFOSSINTÁTICA

Classificação atribuída	Classificação correta	Número	Percentual
VER	NOME	5	26,31%
VERN	NOME	4	21,05%
NOME	VERN	4	21,05%
NOME	VER	3	15,79%
PREP	ART	1	5,26%
VER	ADJ	1	5,26%
ADV	IND	1	5,26%
Total		19	100%

Para este total de 148 palavras incorretamente classificadas (classificação sintagmática), apresentamos, na Tabela VIII, a classificação exibida pelo *parser* e a classificação efetivamente correta. A partir de uma análise dessa tabela, observa-se que o sintagma de maior dificuldade de classificação é o SN. O percentual de 28,38% dos erros de classificação é oriundo da classificação de SN como SPREP. Por exemplo, na sentença **a torcida voltou a criticar a atual administração, a torcida é rotulada como SN, voltou como SV e a criticar a atual administração como SPREP**. Assim, o sintagma **a atual administração**, que, nessa sentença, é um SN, foi classificado como um SPREP em função da classificação incorreta do SV que deveria ser composto pela locução verbal **voltou a criticar** e não apenas pelo vocábulo **voltou**.

TABELA VIII
ANÁLISE DOS ERROS DE CLASSIFICAÇÃO SINTAGMÁTICA

Classificação atribuída	Classificação correta	Número	Percentual
SPREP	SN	42	28,38%
SPREP	SV	19	12,83%
SN	SPREP	19	12,83%
SV	SN	14	9,46%
SADV	SN	14	9,46%
SN	SV	11	7,43%
SN (separado)	SN (junto)	8	5,41%
SN	SADV	7	4,73%
SV (separado)	SV (junto)	4	2,70%
UNDEF	SV	2	1,35%
UNDEF	SN	2	1,35%
SV	SPREP	2	1,35%
SV	SADV	2	1,35%
UNDEF	SPREP	1	0,68%
SADV	SADV	1	0,68%
Total		148	100%

Outros 9,46% dos erros são resultantes da classificação incorreta de SNs como SVs. Por exemplo, na sentença **Já Viola levou o terceiro cartão amarelo domingo passado**,

Viola deveria ser classificado como SN, contudo é incorretamente classificado como SV. Esse erro é proveniente da classificação morfosintática errônea do vocábulo **viola** como verbo (conjugação do verbo violar) quando, nesse caso, é um nome.

Ainda 5,41% dos erros ocorrem nos casos em que um SN é dividido em dois sintagmas quando deveria ser classificado como um único sintagma. Por exemplo, no sintagma **número cento e cinquenta e quatro**, as expressões **número** e **cento e cinquenta e quatro** são classificadas como dois SNs separados quando deveriam ser classificadas como constituintes de um único SN.

Com um percentual de erro de 4,73%, aparece o SN confundido com SADV. Na sentença **Já Viola ganhou o terceiro cartão amarelo domingo passado**, vê-se a expressão **o terceiro cartão amarelo domingo passado** classificada como um único SN, quando deveria ter sido rotulada como SN (**o terceiro cartão amarelo**) e SADV (**domingo passado**).

Outro sintagma que apresenta erros de classificação é o SV. Nesse caso, 12,83% dos erros resultam de um SV classificado como SPREP e 7,43% como SN. Por exemplo, na sentença **O modelo foi reestilizado**, a expressão **foi reestilizado** é rotulada como SV e SN, quando deveria ser etiquetada como um único SV. Já em **Ela começou a tirar fotos**, a locução verbal **começou a tirar** é classificada como dois sintagmas, SV (**começou**) e SPREP (**a tirar**), quando deveria ser rotulada como um único SV.

O desempenho da divisão em sintagmas é também avaliado. Para as 200 sentenças de análise, 792 pontos de limites entre sintagmas fonológicos são observados. Desse total de 792 limites, 42 (5,30%) não foram detectados (falsos negativos) e 34 (4,29%) foram erroneamente detectados (falsos positivos).

VI. CONCLUSÕES

Neste trabalho, é proposto um conjunto de regras para divisão e classificação automáticas de sentenças em sintagmas fonológicos. A técnica proposta obtém a classificação sintagmática correta de 92,86% das palavras constituintes de um banco de análise. Tal resultado pode facilitar substancialmente o estabelecimento de sintagmas entoacionais. Por esse motivo, em trabalhos futuros, pretende-se usar a classificação obtida para melhorar o desempenho de ferramentas responsáveis pela inserção de pausas na geração de fala sintética.

REFERÊNCIAS

- [1] R. A. J. Clark, K. Richmond, and S. King, “Multisyn: Open-domain unit selection for the Festival speech synthesis system,” *Speech Communication*, vol. 49, no. 4, pp. 317–330, April 2007.
- [2] A. J. Hunt and A. W. Black, “Unit selection in a concatenative speech synthesis system using a large speech database,” in *Proc. IEEE Int. Conf. Acoust., Speech, Signal Processing (ICASSP’96)*, Atlanta, USA, May 1996, pp. 373–376.
- [3] H. Kawai, T. Toda, J. Ni, et al., “Ximera: A new TTS from ATR based on corpus-based technologies,” in *Proc. ISCA Tutorial and Research Workshop on Speech Synthesis (SSW’04)*, Pittsburg, USA, June 2004, pp. 179–184.
- [4] M. Schröder, “Speech and Emotion Research: An Overview of Research Frameworks and a Dimensional Approach to Emotional Speech Synthesis,” Thesis (Doctor of Philosophy), Saarland University, Saarbrücken, Germany, 2003.

- [5] S. T. Miorelli, "ED-CER: Extração do Sintagma Nominal em Sentenças em Português," Dissertação de Mestrado, Faculdade de Informática, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brasil, 2001.
- [6] F. Mussalim e A. C. Bentes, *Introdução à Lingüística: Domínios e Fronteiras*. São Paulo: Cortez, 2001, vol. 1.
- [7] R. Cirigliano, C. Monteiro, F. Barbosa, *et al.*, "Um conjunto de 1000 frases foneticamente balanceadas para o português brasileiro obtido utilizando a abordagem de algoritmos genéticos," *Anais do Simpósio Brasileiro de Telecomunicações (SBt'05)*, Campinas, Brasil, Set. 2005, pp. 544-549.
- [8] M. A. Perini, *Gramática descritiva do português*. São Paulo: Ática, 1995.
- [9] M. V. Nicodem, I. C. Seara, R. Seara, and D. dos Anjos, "Recording script design for a Brazilian Portuguese TTS system aiming at a higher phonetic and prosodic variability," in *Proc. IEEE Int. Symp. Signal Processing and Its Applications (ISSPA'07)*, Sharjah, United Arab Emirates, Feb. 2007, pp. 1-4.