

Marvin Abisrror Zarate

**On Selecting of
heuristics functions for Domain–Independent
planning.**

Brasil

2015, v-1.9.5

Marvin Abisrror Zarate

**On Selecting of
heuristics functions for Domain–Independent planning.**

Paper presented to the Federal University of Viçosa, as part of the requirements of Graduate program Computer Science, for obtaining the title of Magister Scientiae.

Universidade de Viçosa – UFV

Centro de Ciencias Exactas e Tecnologicas (CCE)

Programa de Pós-Graduação

Supervisor: Levi Henrique Santana de Lelis

Co-supervisor: Santiago Franco

Brasil

2015, v-1.9.5

Marvin Abisrror Zarate

On Selecting of
heuristics functions for Domain–Independent planning./ Marvin Abisrror Zarate. –
Brasil, 2015, v-1.9.5-

63 p. : il. (algumas color.) ; 30 cm.

Supervisor: Levi Henrique Santana de Lelis

Tese (Mestrado) – Universidade de Viçosa – UFV
Centro de Ciencias Exactas e Tecnologicas (CCE)
Programa de Pós-Graduação, 2015, v-1.9.5.

1. Palavra-chave1. 2. Palavra-chave2. 2. Palavra-chave3. I. Orientador. II. Univer-
sidade xxx. III. Faculdade de xxx. IV. Título

Errata sheet

Elemento opcional da ??, 4.2.1.2). Exemplo:

FERRIGNO, C. R. A. **Tratamento de neoplasias ósseas apendiculares com reimplantação de enxerto ósseo autólogo autoclavado associado ao plasma rico em plaquetas**: estudo crítico na cirurgia de preservação de membro em cães. 2011. 128 f. Tese (Livre-Docência) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

Folha	Linha	Onde se lê	Leia-se
1	10	auto-conclavo	autoconclavo

Marvin Abisrror Zarate

On Selecting of heuristics functions for Domain–Independent planning.

Paper presented to the Federal University of Viçosa, as part of the requirements of Graduate program Computer Science, for obtaining the title of Magister Scientiae.

Trabalho aprovado. Brasil, 24 de novembro de 2012:

Levi Henrique Santana de Lelis
Orientador

Professor
Convidado 1

Professor
Convidado 2

Brasil
2015, v-1.9.5

This thesis is dedicated to my Mother.

Acknowledgements

I would like to express my sincere gratitude to my advisor PhD. Levi Henrique Santana de Lelis, for the continuous support and guidance during the thesis process. His valuable advice, patience and encouragement have been of great importance for this work.

Besides my advisor, I would like to thank to my co—advisor: PhD. Santiago Franco for his insightful feedback, interest and tough questions.

To the professors of the DTI, particularly the Master Degree program with all its members, played an invaluable role in my graduate education.

Last, but not least, I would like to thank my Mother.

*“Não vos amoldeis às estruturas deste mundo,
mas transformai-vos pela renovação da mente,
a fim de distinguir qual é a vontade de Deus:
o que é bom, o que Lhe é agradável, o que é perfeito.
(Bíblia Sagrada, Romanos 12, 2)*

Abstract

In this dissertation we present a greedy method based on the theory of supermodular optimization for selecting a subset of heuristics functions from a large set of heuristics with the objective of reducing the running time of the search algorithms.

(??) showed that search can be faster if several smaller pattern databases are used instead of one large pattern database. We introduce a greedy method for selecting a subset of the most promising heuristicss from a large set of heuristics functions to guide the A^* search algorithm. If the heuristics are consistent, our method selects a subset which is guaranteed to be near optimal with respect to the resulting A^* search tree size. In addition to being consistent, if all heuristics have the same evaluation time, our subset is guaranteed to be near optimal with respect to the resulting A^* running time. We implemented our method in Fast Downward and showed empirically that it produces heuristics which outperform the state of the art heuristics in the International Planning Competition benchmarks.

Key-words: Heuristics. selection.

List of Figures

Figure 1 – A delimitação do espaço	33
Figure 2 – Gráfico produzido em Excel e salvo como PDF	34
Figure 3 – Imagem 1 da minipage	34
Figure 4 – Grafico 2 da minipage	34

List of Tables

Table 1 – Níveis de investigação	32
Table 2 – Um Exemplo de tabela alinhada que pode ser longa ou curta, conforme padrão IBGE.	32
Table 3 – Tabela de conversão de acentuação.	42

Contents

	Introduction	21
I	PREPARATION OF THE RESEARCH	23
1	BACKGROUND	25
	<i>The purpose of this section is to motivate the problem.</i>	
1.1	Problem Statement and Motivation	25
1.2	Aim and Objectives	26
1.2.1	Aim	26
1.2.2	Objectives	26
1.3	Scope, Limitations, and Delimitations	26
1.4	Justification	27
1.5	Hypothesis	27
1.6	Contribution of the Thesis	27
1.7	Organization of the Thesis	27
II	LITERATURE REVIEW	29
2	RESULTADOS DE COMANDOS	31
	<i>Isto é uma sinopse de capítulo. A ABNT não traz nenhuma normatização a respeito desse tipo de resumo, que é mais comum em romances e livros técnicos.</i>	
2.1	Codificação dos arquivos: UTF8	31
2.2	Citações diretas	31
2.3	Notas de rodapé	32
2.4	Tabelas	32
2.5	Figuras	33
2.5.1	Figuras em <i>minipages</i>	33
2.6	Expressões matemáticas	34
2.7	Enumerações: alíneas e subalíneas	35
2.8	Espaçamento entre parágrafos e linhas	36
2.9	Inclusão de outros arquivos	37
2.10	Compilar o documento \LaTeX	37
2.11	Remissões internas	37
2.12	Divisões do documento: seção	38

2.12.1	Divisões do documento: subseção	38
2.12.1.1	Divisões do documento: subsubseção	38
2.12.1.2	Divisões do documento: subsubseção	38
2.12.2	Divisões do documento: subseção	38
2.12.2.1	Divisões do documento: subsubseção	38
2.12.2.1.1	Esta é uma subseção de quinto nível	38
2.12.2.1.2	Esta é outra subseção de quinto nível	39
2.12.2.1.3	Este é um parágrafo numerado	39
2.12.2.1.4	Esta é outro parágrafo numerado	39
2.13	Este é um exemplo de nome de seção longo. Ele deve estar alinhado à esquerda e a segunda e demais linhas devem iniciar logo abaixo da primeira palavra da primeira linha	39
2.14	Diferentes idiomas e hifenizações	39
2.15	Consulte o manual da classe abntex2	41
2.16	Referências bibliográficas	41
2.16.1	Acentuação de referências bibliográficas	41
2.17	Precisa de ajuda?	42
2.18	Você pode ajudar?	42
2.19	Quer customizar os modelos do abnT_EX2 para sua instituição ou universidade?	42
III	RESULTADOS	43
3	LECTUS LOBORTIS CONDIMENTUM	45
3.1	Vestibulum ante ipsum primis in faucibus orci luctus et ultrices posuere cubilia Curae	45
4	NAM SED TELLUS SIT AMET LECTUS URNA ULLAMCORPER TRISTIQUE INTERDUM ELEMENTUM	47
4.1	Pellentesque sit amet pede ac sem eleifend consectetur	47
5	CONCLUSÃO	49
	APPENDIX	51
	APPENDIX A – QUISQUE LIBERO JUSTO	53

APPENDIX B – NULLAM ELEMENTUM URNA VEL IMPERDIET SODALES ELIT IPSUM PHARETRA LIGULA AC PRETIUM ANTE JUSTO A NULLA CURABITUR TRISTIQUE ARCU EU METUS	55
ANNEX	57
ANNEX A – MORBI ULTRICES RUTRUM LOREM.	59
ANNEX B – CRAS NON URNA SED FEUGIAT CUM SOCIIS NA- TOQUE PENATIBUS ET MAGNIS DIS PARTURI- ENT MONTES NASCETUR RIDICULUS MUS . . .	61
ANNEX C – FUSCE FACILISIS LACINIA DUI	63

Introduction

Exists many problems of Artificial Intelligent (AI), such as: Finding the shortest path from one point to another in a game map, solve the games of PACMAN, 8-tile-puzzle, Rubick's cube, etc. The level of difficulty to solve the problems mentioned are linked with the size of the search space generated.

State-space search algorithms have been used to solve the problems mentioned above. And in this dissertation we study the approach to solve problems in order to reduce the size of the search tree generated and the running time of the search algorithm.

Part I

Preparation of the research

1 Background

The purpose of this section is to motivate the problem.

1.1 Problem Statement and Motivation

Every problem of Artificial Intelligence can be cast as a state space problem. The state space is a set of states where each state represents a possible solution to the problem and each state is linked with other states if there exists a function that goes from one state to another. In the search space there are many solutions that represent the same state, each of these solutions are called nodes. So, many nodes can be represented as one state. To find the solution of the problem is required the use of search algorithms such as: Depth First Search (DFS), which looks for the solution of the problem traversing the search space exploring the nodes in each branch before backtracking up to find the solution. Another search algorithm is Breadth First Search (BFS), which looks for the solution exploring the neighbors nodes first, before moving to the next level of neighbors. The mentioned algorithms have the characteristic that when they do the search, they generate a larger search space. The search space that these algorithms generate are called Brute force search tree (BFST).

There are other types of algorithms called heuristics informed search, which are algorithms that require the use of heuristics. The heuristic is the estimation of the distance for one node in the search tree to get to the near solution. The heuristic informed search generates smaller search tree in comparison to the BFST, because the heuristic guides the search exploring the nodes that are in the solution path and prunes the nodes which are not. Also, the use of heuristics reduces the running time of the search algorithm.

There are different approaches to create heuristics, such as: Pattern Databases (PDBs), Neural Network, and Genetic Algorithm. These systems that create heuristics receive the name of Heuristics Generators. And one of the approaches that have showed most successful results in heuristic generation is the PDBs, which is memory-based heuristic functions obtained by abstracting away certain problem variables, so that the remaining problem ("pattern") is small enough to be solved optimally for every state by blind exhaustive search. The results stored in a table, represent a PDB for the original problem. The abstraction of the search space gives an admissible heuristic function, mapping states to lower bounds.

Exists many ways to take advantage of all the heuristics that can be created, for

example: (??) showed that search can be faster if several smaller pattern databases are used instead of one large pattern database. In addition (??) and (??) results showed that evaluating the heuristic lazily, only when they are essential to a decision to be made in the search process is worthy in comparison to take the maximum of the set of heuristics. Then, using all the heuristics do not guarantee to solve the major number of problems in a limit time.

1.2 Aim and Objectives

1.2.1 Aim

The objective of this dissertation is to develop meta-reasoning approaches for selecting heuristics functions from a large set of heuristics with the goal of reducing the running time of the search algorithm employing these functions.

1.2.2 Objectives

- Develop an approaches to obtain the cardinality of the subsets of heuristics found.
- Develop an approach to find a subset of heuristics from a large pool of heuristics that optimize the number of nodes expanded in the process of search.
- Develop an approach for selecting a subset of heuristic functions based on the minimum evaluation cost of each heuristic.
- Develop an strategy to drop heuristics during the sampling that do not improve the objective function.
- Use Stratified Sampling (SS) algorithm for predicting the search tree size of Iterative-Deepening A* (IDA*). And use SS as our utility function.

1.3 Scope, Limitations, and Delimitations

We implemented our method in Fast Downward (??) and the problems we want to solve are the optimal domains benchmarks. Our meta-reasoning described in this thesis are going to try to solve the major number of problems using the most promising heuristics from a large set of heuristics. The exact way to create the large set of heuristics is beyond the scope of this thesis.

1.4 Justification

In the last few decades, Artificial Intelligence has made significant strides in domain-independent planning. The use of heuristics search approach have contributed to problem solving, where the use of an appropriate heuristic often means substantial reduction in the time needed to solve hard problems.

That is why we propose a meta-reasoning that will try to solve the major number of problems without relying on domain knowledge, to guide the A* search algorithm.

1.5 Hypothesis

This thesis will intend to prove the hypotheses listed below:

- **H1:** Probe that our objective function of selection is related with two mathematical properties: Monotonicity and Submodularity.
- **H2:** Reducing the size of the search tree generated helps to solve more problems.

1.6 Contribution of the Thesis

The main contributions of this Thesis are:

- Provide a prediction method to estimate the size of the search tree generated.
- Provide a meta-reasoning approach based on the size of the search tree generated.
- Provide a meta-reasoning approach based on the evaluation cost of each heuristic.

1.7 Organization of the Thesis

The Thesis is organized as follows:

1. In Part 1, the background of the thesis is provided which also includes our motivation and define the scope.
2. In Part 2, we review the State of the Art.
3. In Part 3, we introduce our meta-reasoning approach.
4. In Part 4, we introduce.
5. In Part 5, we .

6. We conclude in Chapter 6 by discussing further improvements and future work.

In the next chapter, the domain 8–tile–puzzle is used to understand the concepts that will be helpful for the other Parts.

Part II

Literature Review

2 Resultados de comandos

Isto é uma sinopse de capítulo. A ABNT não traz nenhuma normatização a respeito desse tipo de resumo, que é mais comum em romances e livros técnicos.

2.1 Codificação dos arquivos: UTF8

A codificação de todos os arquivos do `abnTeX2` é UTF8. É necessário que você utilize a mesma codificação nos documentos que escrever, inclusive nos arquivos de base bibliográficas `|.bib|`.

2.2 Citações diretas

Utilize o ambiente `citacao` para incluir citações diretas com mais de três linhas:

As citações diretas, no texto, com mais de três linhas, devem ser destacadas com recuo de 4 cm da margem esquerda, com letra menor que a do texto utilizado e sem aspas. No caso de documentos datilografados, deve-se observar apenas o recuo (??, 5.3).

Use o ambiente assim:

```
\begin{citacao}
```

As citações diretas, no texto, com mais de três linhas [...] deve-se observar apenas o recuo `\cite[5.3]{NBR10520:2002}`.

```
\end{citacao}
```

O ambiente `citacao` pode receber como parâmetro opcional um nome de idioma previamente carregado nas opções da classe (section 2.14). Nesse caso, o texto da citação é automaticamente escrito em itálico e a hifenização é ajustada para o idioma selecionado na opção do ambiente. Por exemplo:

```
\begin{citacao}[english]
```

Text in English language in italic with correct hyphenation.

```
\end{citacao}
```

Tem como resultado:

Text in English language in italic with correct hyphenation.

Citações simples, com até três linhas, devem ser incluídas com aspas. Observe que em `LATEX` as aspas iniciais são diferentes das finais: “Amor é fogo que arde sem se ver”.

2.3 Notas de rodapé

As notas de rodapé são detalhadas pela NBR 14724:2011 na seção 5.2.1^{1,2,3}.

2.4 Tabelas

A [Tabela 1](#) é um exemplo de tabela construída em L^AT_EX.

Table 1: Níveis de investigação.

Nível de Inves- tigação	Insumos	Sistemas de Investigação	Produtos
Meta-nível	Filosofia da Ciência	Epistemologia	Paradigma
Nível do objeto	Paradigmas do metanível e evidências do nível inferior	Ciência	Teorias e modelos
Nível inferior	Modelos e métodos do nível do objeto e problemas do nível inferior	Prática	Solução de problemas

Fonte: ??)

Já a [Tabela 2](#) apresenta uma tabela criada conforme o padrão do ??) requerido pelas normas da ABNT para documentos técnicos e acadêmicos.

Table 2: Um Exemplo de tabela alinhada que pode ser longa ou curta, conforme padrão IBGE.

Nome	Nascimento	Documento
Maria da Silva	11/11/1111	111.111.111-11
João Souza	11/11/2111	211.111.111-11
Laura Vicuña	05/04/1891	3111.111.111-11

Source: Produzido pelos autores.

Note: Esta é uma nota, que diz que os dados são baseados na regressão linear.

Anotações: Uma anotação adicional, que pode ser seguida de várias outras.

¹ As notas devem ser digitadas ou datilografadas dentro das margens, ficando separadas do texto por um espaço simples de entre as linhas e por filete de 5 cm, a partir da margem esquerda. Devem ser alinhadas, a partir da segunda linha da mesma nota, abaixo da primeira letra da primeira palavra, de forma a destacar o expoente, sem espaço entre elas e com fonte menor ??, 5.2.1).

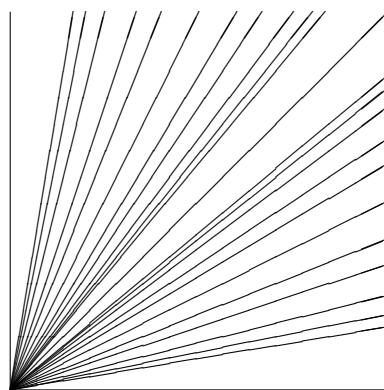
² Caso uma série de notas sejam criadas sequencialmente, o abnT_EX2 instrui o L^AT_EX para que uma vírgula seja colocada após cada número do expoente que indica a nota de rodapé no corpo do texto.

³ Verifique se os números do expoente possuem uma vírgula para dividi-los no corpo do texto.

2.5 Figuras

Figuras podem ser criadas diretamente em \LaTeX , como o exemplo da Figura 1.

Figure 1: A delimitação do espaço



Fonte: os autores

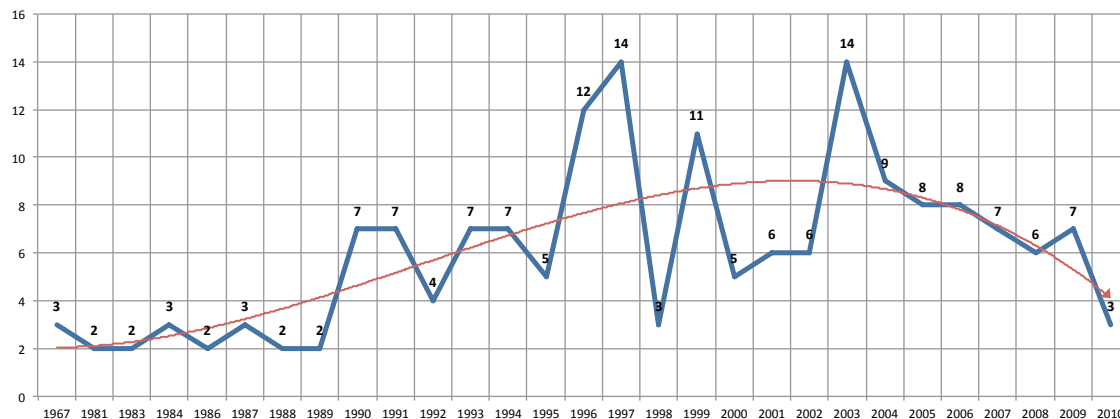
Ou então figuras podem ser incorporadas de arquivos externos, como é o caso da Figura 2. Se a figura que ser incluída se tratar de um diagrama, um gráfico ou uma ilustração que você mesmo produza, priorize o uso de imagens vetoriais no formato PDF. Com isso, o tamanho do arquivo final do trabalho será menor, e as imagens terão uma apresentação melhor, principalmente quando impressas, uma vez que imagens vetoriais são perfeitamente escaláveis para qualquer dimensão. Nesse caso, se for utilizar o Microsoft Excel para produzir gráficos, ou o Microsoft Word para produzir ilustrações, exporte-os como PDF e os incorpore ao documento conforme o exemplo abaixo. No entanto, para manter a coerência no uso de software livre (já que você está usando \LaTeX e abnTeX2), teste a ferramenta **InkScape** (<http://inkscape.org/>). Ela é uma excelente opção de código-livre para produzir ilustrações vetoriais, similar ao CorelDraw ou ao Adobe Illustrator. De todo modo, caso não seja possível utilizar arquivos de imagens como PDF, utilize qualquer outro formato, como JPEG, GIF, BMP, etc. Nesse caso, você pode tentar aprimorar as imagens incorporadas com o software livre **Gimp** (<http://www.gimp.org/>). Ele é uma alternativa livre ao Adobe Photoshop.

2.5.1 Figuras em *minipages*

Minipages são usadas para inserir textos ou outros elementos em quadros com tamanhos e posições controladas. Veja o exemplo da Figura 3 e da Figura 4.

Observe que, segundo a ??, seções 4.2.1.10 e 5.8), as ilustrações devem sempre ter numeração contínua e única em todo o documento:

Figure 2: Gráfico produzido em Excel e salvo como PDF



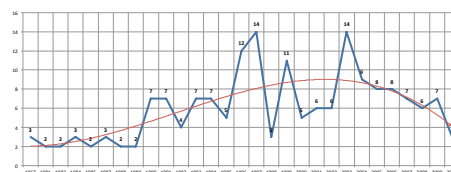
Fonte: ??, p. 24)

Figure 3: Imagem 1 da minipage



Fonte: Produzido pelos autores

Figure 4: Grafico 2 da minipage



Fonte: ??, p. 24)

Qualquer que seja o tipo de ilustração, sua identificação aparece na parte superior, precedida da palavra designativa (desenho, esquema, fluxograma, fotografia, gráfico, mapa, organograma, planta, quadro, retrato, figura, imagem, entre outros), seguida de seu número de ordem de ocorrência no texto, em algarismos arábicos, travessão e do respectivo título. Após a ilustração, na parte inferior, indicar a fonte consultada (elemento obrigatório, mesmo que seja produção do próprio autor), legenda, notas e outras informações necessárias à sua compreensão (se houver). A ilustração deve ser citada no texto e inserida o mais próximo possível do trecho a que se refere. (??, seções 5.8)

2.6 Expressões matemáticas

Use o ambiente `equation` para escrever expressões matemáticas numeradas:

$$\forall x \in X, \quad \exists y \leq \epsilon \quad (2.1)$$

Escreva expressões matemáticas entre `$` e `$`, como em $\lim_{x \rightarrow \infty} \exp(-x) = 0$, para que fiquem na mesma linha.

Também é possível usar colchetes para indicar o início de uma expressão matemática que não é numerada.

$$\left| \sum_{i=1}^n a_i b_i \right| \leq \left(\sum_{i=1}^n a_i^2 \right)^{1/2} \left(\sum_{i=1}^n b_i^2 \right)^{1/2}$$

Consulte mais informações sobre expressões matemáticas em <https://github.com/abntex/abntex2/wiki/Referencias>.

2.7 Enumerações: alíneas e subalíneas

Quando for necessário enumerar os diversos assuntos de uma seção que não possua título, esta deve ser subdividida em alíneas (??, 4.2):

- a) os diversos assuntos que não possuam título próprio, dentro de uma mesma seção, devem ser subdivididos em alíneas;
- b) o texto que antecede as alíneas termina em dois pontos;
- c) as alíneas devem ser indicadas alfabeticamente, em letra minúscula, seguida de parêntese. Utilizam-se letras dobradas, quando esgotadas as letras do alfabeto;
- d) as letras indicativas das alíneas devem apresentar recuo em relação à margem esquerda;
- e) o texto da alínea deve começar por letra minúscula e terminar em ponto-e-vírgula, exceto a última alínea que termina em ponto final;
- f) o texto da alínea deve terminar em dois pontos, se houver subalínea;
- g) a segunda e as seguintes linhas do texto da alínea começa sob a primeira letra do texto da própria alínea;
- h) subalíneas (??, 4.3) devem ser conforme as alíneas a seguir:
 - as subalíneas devem começar por travessão seguido de espaço;
 - as subalíneas devem apresentar recuo em relação à alínea;
 - o texto da subalínea deve começar por letra minúscula e terminar em ponto-e-vírgula. A última subalínea deve terminar em ponto final, se não houver alínea subsequente;
 - a segunda e as seguintes linhas do texto da subalínea começam sob a primeira letra do texto da própria subalínea.
- i) no abnT_EX2 estão disponíveis os ambientes `incisos` e `subalineas`, que em suma são o mesmo que se criar outro nível de `alineas`, como nos exemplos à seguir:
 - *Um novo inciso em itálico;*
- j) Alínea em **negrito**:

- *Uma subalínea em itálico;*
 - *Uma subalínea em itálico e sublinhado;*
- k) Última alínea com *ênfase*.

2.8 Espaçamento entre parágrafos e linhas

O tamanho do parágrafo, espaço entre a margem e o início da frase do parágrafo, é definido por:

```
\setlength{\parindent}{1.3cm}
```

Por padrão, não há espaçamento no primeiro parágrafo de cada início de divisão do documento ([section 2.12](#)). Porém, você pode definir que o primeiro parágrafo também seja indentado, como é o caso deste documento. Para isso, apenas inclua o pacote `indentfirst` no preâmbulo do documento:

```
\usepackage{indentfirst}      % Indenta o primeiro parágrafo de cada seção.
```

O espaçamento entre um parágrafo e outro pode ser controlado por meio do comando:

```
\setlength{\parskip}{0.2cm}  % tente também \onelineskip
```

O controle do espaçamento entre linhas é definido por:

```
\OnehalfSpacing      % espaçamento um e meio (padrão);
\DoubleSpacing       % espaçamento duplo
\SingleSpacing       % espaçamento simples
```

Para isso, também estão disponíveis os ambientes:

```
\begin{SingleSpace} ... \end{SingleSpace}
\begin{Spacing}{hfactori} ... \end{Spacing}
\begin{OnehalfSpace} ... \end{OnehalfSpace}
\begin{OnehalfSpace*} ... \end{OnehalfSpace*}
\begin{DoubleSpace} ... \end{DoubleSpace}
\begin{DoubleSpace*} ... \end{DoubleSpace*}
```

Para mais informações, consulte ??, p. 47-52 e 135).

2.9 Inclusão de outros arquivos

É uma boa prática dividir o seu documento em diversos arquivos, e não apenas escrever tudo em um único. Esse recurso foi utilizado neste documento. Para incluir diferentes arquivos em um arquivo principal, de modo que cada arquivo incluído fique em uma página diferente, utilize o comando:

```
\include{documento-a-ser-incluido} % sem a extensão .tex
```

Para incluir documentos sem quebra de páginas, utilize:

```
\input{documento-a-ser-incluido} % sem a extensão .tex
```

2.10 Compilar o documento L^AT_EX

Geralmente os editores L^AT_EX, como o TeXlipse⁴, o Texmaker⁵, entre outros, compilam os documentos automaticamente, de modo que você não precisa se preocupar com isso.

No entanto, você pode compilar os documentos L^AT_EX usando os seguintes comandos, que devem ser digitados no *Prompt de Comandos* do Windows ou no *Terminal* do Mac ou do Linux:

```
pdflatex ARQUIVO_PRINCIPAL.tex
bibtex ARQUIVO_PRINCIPAL.aux
makeindex ARQUIVO_PRINCIPAL.idx
makeindex ARQUIVO_PRINCIPAL.nlo -s nomencl.ist -o ARQUIVO_PRINCIPAL.nls
pdflatex ARQUIVO_PRINCIPAL.tex
pdflatex ARQUIVO_PRINCIPAL.tex
```

2.11 Remissões internas

Ao nomear a [Tabela 1](#) e a [Figura 1](#), apresentamos um exemplo de remissão interna, que também pode ser feita quando indicamos o [Capítulo 2](#), que tem o nome *Resultados de comandos*. O número do capítulo indicado é 2, que se inicia à [page 31](#)⁶. Veja a [section 2.12](#) para outros exemplos de remissões internas entre seções, subseções e subsubseções.

O código usado para produzir o texto desta seção é:

⁴ <http://texlipse.sourceforge.net/>

⁵ <http://www.xmlmath.net/texmaker/>

⁶ O número da página de uma remissão pode ser obtida também assim: 31.

Ao nomear a `\autoref{tab-nivinv}` e a `\autoref{fig_circulo}`, apresentamos um exemplo de remissão interna, que também pode ser feita quando indicamos o `\autoref{cap_exemplos}`, que tem o nome `\emph{\nameref{cap_exemplos}}`. O número do capítulo indicado é `\ref{cap_exemplos}`, que se inicia à `\autopageref{cap_exemplos}`. O número da página de uma remissão pode ser obtida também assim:

`\pageref{cap_exemplos}`.

Veja a `\autoref{sec-divisoes}` para outros exemplos de remissões internas entre seções, subseções e subsubseções.

2.12 Divisões do documento: seção

Esta seção testa o uso de divisões de documentos. Esta é a [section 2.12](#). Veja a [subsection 2.12.1](#).

2.12.1 Divisões do documento: subseção

Isto é uma subseção. Veja a [subsubsection 2.12.1.1](#), que é uma `subsubsection` do `LATEX`, mas é impressa chamada de “subseção” porque no Português não temos a palavra “subsubseção”.

2.12.1.1 Divisões do documento: subsubseção

Isto é uma subsubseção.

2.12.1.2 Divisões do documento: subsubseção

Isto é outra subsubseção.

2.12.2 Divisões do documento: subseção

Isto é uma subseção.

2.12.2.1 Divisões do documento: subsubseção

Isto é mais uma subsubseção da [subsection 2.12.2](#).

2.12.2.1.1 Esta é uma subseção de quinto nível

Esta é uma seção de quinto nível. Ela é produzida com o seguinte comando:

```
\subsubsubsection{Esta é uma subseção de quinto
nível}\label{sec-exemplo-subsubsubsection}
```

2.12.2.1.2 Esta é outra subseção de quinto nível

Esta é outra seção de quinto nível.

2.12.2.1.3 Este é um parágrafo numerado

Este é um exemplo de parágrafo nomeado. Ele é produzida com o comando de parágrafo:

```
\paragraph{Este é um parágrafo nomeado}\label{sec-exemplo-paragrafo}
```

A numeração entre parágrafos numerados e subsubsubseções são contínuas.

2.12.2.1.4 Esta é outro parágrafo numerado

Esta é outro parágrafo nomeado.

2.13 Este é um exemplo de nome de seção longo. Ele deve estar alinhado à esquerda e a segunda e demais linhas devem iniciar logo abaixo da primeira palavra da primeira linha

Isso atende à norma ??, seções de 5.2.2 a 5.2.4) e ??, seções de 3.1 a 3.8).

2.14 Diferentes idiomas e hifenizações

Para usar hifenizações de diferentes idiomas, inclua nas opções do documento o nome dos idiomas que o seu texto contém. Por exemplo (para melhor visualização, as opções foram quebradas em diferentes linhas):

```
\documentclass[
12pt,
openright,
twoside,
a4paper,
english,
french,
spanish,
brazil
]{abntex2}
```

O idioma português-brasileiro (**brazil**) é incluído automaticamente pela classe **abntex2**. Porém, mesmo assim a opção **brazil** deve ser informada como a última opção da classe para que todos os pacotes reconheçam o idioma. Vale ressaltar que a última opção de idioma é a utilizada por padrão no documento. Desse modo, caso deseje escrever um texto em inglês que tenha citações em português e em francês, você deveria usar o preâmbulo como abaixo:

```
\documentclass[
12pt,
openright,
twoside,
a4paper,
french,
brazil,
english
]{abntex2}
```

A lista completa de idiomas suportados, bem como outras opções de hifenização, estão disponíveis em ??, p. 5-6).

Exemplo de hifenização em inglês⁷:

Text in English language. This environment switches all language-related definitions, like the language specific names for figures, tables etc. to the other language. The starred version of this environment typesets the main text according to the rules of the other language, but keeps the language specific string for ancillary things like figures, in the main language of the document. The environment hyphenrules switches only the hyphenation patterns used; it can also be used to disallow hyphenation by using the language name ‘nohyphenation’.

Exemplo de hifenização em francês⁸:

Texte en français. Pas question que Twitter ne vienne faire une concurrence déloyale à la traditionnelle fumée blanche qui marque l’élection d’un nouveau pape. Pour éviter toute fuite précoce, le Vatican a donc pris un peu d’avance, et a déjà interdit aux cardinaux qui prendront part au vote d’utiliser le réseau social, selon Catholic News Service. Une mesure valable surtout pour les neuf cardinaux – sur les 117 du conclave – pratiquants très actifs de Twitter, qui auront interdiction pendant toute la période de se connecter à leur compte.

⁷ Extraído de: <<http://en.wikibooks.org/wiki/LaTeX/Internationalization>>

⁸ Extraído de: <<http://bigbrowser.blog.lemonde.fr/2013/02/17/tu-ne-tweeteras-point-le-vatican-interdit-aux-cardinaux-de-t>>

Pequeno texto em espanhol⁹:

Decenas de miles de personas ovacionan al pontífice en su penúltimo ángelus dominical, el primero desde que anunciase su renuncia. El Papa se centra en la crítica al materialismo.

O idioma geral do texto por ser alterado como no exemplo seguinte:

```
\selectlanguage{english}
```

Isso altera automaticamente a hifenização e todos os nomes constantes de referências do documento para o idioma inglês. Consulte o manual da classe (??) para obter orientações adicionais sobre internacionalização de documentos produzidos com `abnTEX2`.

A [section 2.2](#) descreve o ambiente `citacao` que pode receber como parâmetro um idioma a ser usado na citação.

2.15 Consulte o manual da classe `abntex2`

Consulte o manual da classe `abntex2` (??) para uma referência completa das macros e ambientes disponíveis.

Além disso, o manual possui informações adicionais sobre as normas ABNT observadas pelo `abnTEX2` e considerações sobre eventuais requisitos específicos não atendidos, como o caso da ??, seção 5.2.2), que especifica o espaçamento entre os capítulos e o início do texto, regra propositalmente não atendida pelo presente modelo.

2.16 Referências bibliográficas

A formatação das referências bibliográficas conforme as regras da ABNT são um dos principais objetivos do `abnTEX2`. Consulte os manuais ??) e ??) para obter informações sobre como utilizar as referências bibliográficas.

2.16.1 Acentuação de referências bibliográficas

Normalmente não há problemas em usar caracteres acentuados em arquivos bibliográficos (`*.bib`). Porém, como as regras da ABNT fazem uso quase abusivo da conversão para letras maiúsculas, é preciso observar o modo como se escreve os nomes dos autores. Na [Tabela 3](#) você encontra alguns exemplos das conversões mais importantes. Preste atenção especial para ‘ç’ e ‘í’ que devem estar envoltos em chaves. A regra geral é sempre usar a acentuação neste modo quando houver conversão para letras maiúsculas.

⁹ Extraído de: <http://internacional.elpais.com/internacional/2013/02/17/actualidad/1361102009_913423.html>

Table 3: Tabela de conversão de acentuação.

acento	bibtex
à á ã	\‘a \’a \~a
í	{\‘\i}
ç	{\c c}

2.17 Precisa de ajuda?

Consulte a FAQ com perguntas frequentes e comuns no portal do abnT_EX2: <https://github.com/abntex/abntex2/wiki/FAQ>.

Inscreva-se no grupo de usuários L^AT_EX: <http://groups.google.com/group/latex-br>, tire suas dúvidas e ajude outros usuários.

Participe também do grupo de desenvolvedores do abnT_EX2: <http://groups.google.com/group/abntex2> e faça sua contribuição à ferramenta.

2.18 Você pode ajudar?

Sua contribuição é muito importante! Você pode ajudar na divulgação, no desenvolvimento e de várias outras formas. Veja como contribuir com o abnT_EX2 em <https://github.com/abntex/abntex2/wiki/Como-Contribuir>.

2.19 Quer customizar os modelos do abnT_EX2 para sua instituição ou universidade?

Veja como customizar o abnT_EX2 em: <https://github.com/abntex/abntex2/wiki/ComoCustomizar>.

Part III

Resultados

3 Lectus lobortis condimentum

3.1 Vestibulum ante ipsum primis in faucibus orci luctus et ultrices posuere cubilia Curae

Etiam pede massa, dapibus vitae, rhoncus in, placerat posuere, odio. Vestibulum luctus commodo lacus. Morbi lacus dui, tempor sed, euismod eget, condimentum at, tortor. Phasellus aliquet odio ac lacus tempor faucibus. Praesent sed sem. Praesent iaculis. Cras rhoncus tellus sed justo ullamcorper sagittis. Donec quis orci. Sed ut tortor quis tellus euismod tincidunt. Suspendisse congue nisl eu elit. Aliquam tortor diam, tempus id, tristique eget, sodales vel, nulla. Praesent tellus mi, condimentum sed, viverra at, consectetur quis, lectus. In auctor vehicula orci. Sed pede sapien, euismod in, suscipit in, pharetra placerat, metus. Vivamus commodo dui non odio. Donec et felis.

Etiam suscipit aliquam arcu. Aliquam sit amet est ac purus bibendum congue. Sed in eros. Morbi non orci. Pellentesque mattis lacinia elit. Fusce molestie velit in ligula. Nullam et orci vitae nibh vulputate auctor. Aliquam eget purus. Nulla auctor wisi sed ipsum. Morbi porttitor tellus ac enim. Fusce ornare. Proin ipsum enim, tincidunt in, ornare venenatis, molestie a, augue. Donec vel pede in lacus sagittis porta. Sed hendrerit ipsum quis nisl. Suspendisse quis massa ac nibh pretium cursus. Sed sodales. Nam eu neque quis pede dignissim ornare. Maecenas eu purus ac urna tincidunt congue.

4 Nam sed tellus sit amet lectus urna ullamcorper tristique interdum elementum

4.1 Pellentesque sit amet pede ac sem eleifend consectetuer

Maecenas non massa. Vestibulum pharetra nulla at lorem. Duis quis quam id lacus dapibus interdum. Nulla lorem. Donec ut ante quis dolor bibendum condimentum. Etiam egestas tortor vitae lacus. Praesent cursus. Mauris bibendum pede at elit. Morbi et felis a lectus interdum facilisis. Sed suscipit gravida turpis. Nulla at lectus. Vestibulum ante ipsum primis in faucibus orci luctus et ultrices posuere cubilia Curae; Praesent nonummy luctus nibh. Proin turpis nunc, congue eu, egestas ut, fringilla at, tellus. In hac habitasse platea dictumst.

5 Conclusão

Sed consequat tellus et tortor. Ut tempor laoreet quam. Nullam id wisi a libero tristique semper. Nullam nisl massa, rutrum ut, egestas semper, mollis id, leo. Nulla ac massa eu risus blandit mattis. Mauris ut nunc. In hac habitasse platea dictumst. Aliquam eget tortor. Quisque dapibus pede in erat. Nunc enim. In dui nulla, commodo at, consectetur nec, malesuada nec, elit. Aliquam ornare tellus eu urna. Sed nec metus. Cum sociis natoque penatibus et magnis dis parturient montes, nascetur ridiculus mus. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas.

Phasellus id magna. Duis malesuada interdum arcu. Integer metus. Morbi pulvinar pellentesque mi. Suspendisse sed est eu magna molestie egestas. Quisque mi lorem, pulvinar eget, egestas quis, luctus at, ante. Proin auctor vehicula purus. Fusce ac nisl aliquam ante hendrerit pellentesque. Class aptent taciti sociosqu ad litora torquent per conubia nostra, per inceptos hymenaeos. Morbi wisi. Etiam arcu mauris, facilisis sed, eleifend non, nonummy ut, pede. Cras ut lacus tempor metus mollis placerat. Vivamus eu tortor vel metus interdum malesuada.

Sed eleifend, eros sit amet faucibus elementum, urna sapien consectetur mauris, quis egestas leo justo non risus. Morbi non felis ac libero vulputate fringilla. Mauris libero eros, lacinia non, sodales quis, dapibus porttitor, pede. Class aptent taciti sociosqu ad litora torquent per conubia nostra, per inceptos hymenaeos. Morbi dapibus mauris condimentum nulla. Cum sociis natoque penatibus et magnis dis parturient montes, nascetur ridiculus mus. Etiam sit amet erat. Nulla varius. Etiam tincidunt dui vitae turpis. Donec leo. Morbi vulputate convallis est. Integer aliquet. Pellentesque aliquet sodales urna.

Appendix

APPENDIX A – Quisque libero justo

Quisque facilisis auctor sapien. Pellentesque gravida hendrerit lectus. Mauris rutrum sodales sapien. Fusce hendrerit sem vel lorem. Integer pellentesque massa vel augue. Integer elit tortor, feugiat quis, sagittis et, ornare non, lacus. Vestibulum posuere pellentesque eros. Quisque venenatis ipsum dictum nulla. Aliquam quis quam non metus eleifend interdum. Nam eget sapien ac mauris malesuada adipiscing. Etiam eleifend neque sed quam. Nulla facilisi. Proin a ligula. Sed id dui eu nibh egestas tincidunt. Suspendisse arcu.

APPENDIX B – Nullam elementum urna vel imperdiet sodales elit ipsum pharetra ligula ac pretium ante justo a nulla curabitur tristique arcu eu metus

Nunc velit. Nullam elit sapien, eleifend eu, commodo nec, semper sit amet, elit. Nulla lectus risus, condimentum ut, laoreet eget, viverra nec, odio. Proin lobortis. Curabitur dictum arcu vel wisi. Cras id nulla venenatis tortor congue ultrices. Pellentesque eget pede. Sed eleifend sagittis elit. Nam sed tellus sit amet lectus ullamcorper tristique. Mauris enim sem, tristique eu, accumsan at, scelerisque vulputate, neque. Quisque lacus. Donec et ipsum sit amet elit nonummy aliquet. Sed viverra nisl at sem. Nam diam. Mauris ut dolor. Curabitur ornare tortor cursus velit.

Morbi tincidunt posuere arcu. Cras venenatis est vitae dolor. Vivamus scelerisque semper mi. Donec ipsum arcu, consequat scelerisque, viverra id, dictum at, metus. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Ut pede sem, tempus ut, porttitor bibendum, molestie eu, elit. Suspendisse potenti. Sed id lectus sit amet purus faucibus vehicula. Praesent sed sem non dui pharetra interdum. Nam viverra ultrices magna.

Aenean laoreet aliquam orci. Nunc interdum elementum urna. Quisque erat. Nullam tempor neque. Maecenas velit nibh, scelerisque a, consequat ut, viverra in, enim. Duis magna. Donec odio neque, tristique et, tincidunt eu, rhoncus ac, nunc. Mauris malesuada malesuada elit. Etiam lacus mauris, pretium vel, blandit in, ultricies id, libero. Phasellus bibendum erat ut diam. In congue imperdiet lectus.

Annex

ANNEX A – Morbi ultrices rutrum lorem.

Sed mattis, erat sit amet gravida malesuada, elit augue egestas diam, tempus scelerisque nunc nisl vitae libero. Sed consequat feugiat massa. Nunc porta, eros in eleifend varius, erat leo rutrum dui, non convallis lectus orci ut nibh. Sed lorem massa, nonummy quis, egestas id, condimentum at, nisl. Maecenas at nibh. Aliquam et augue at nunc pellentesque ullamcorper. Duis nisl nibh, laoreet suscipit, convallis ut, rutrum id, enim. Phasellus odio. Nulla nulla elit, molestie non, scelerisque at, vestibulum eu, nulla. Ut odio nisl, facilisis id, mollis et, scelerisque nec, enim. Aenean sem leo, pellentesque sit amet, scelerisque sit amet, vehicula pellentesque, sapien.

ANNEX B – Cras non urna sed feugiat cum sociis natoque penatibus et magnis dis parturient montes nascetur ridiculus mus

Sed consequat tellus et tortor. Ut tempor laoreet quam. Nullam id wisi a libero tristique semper. Nullam nisl massa, rutrum ut, egestas semper, mollis id, leo. Nulla ac massa eu risus blandit mattis. Mauris ut nunc. In hac habitasse platea dictumst. Aliquam eget tortor. Quisque dapibus pede in erat. Nunc enim. In dui nulla, commodo at, consectetur nec, malesuada nec, elit. Aliquam ornare tellus eu urna. Sed nec metus. Cum sociis natoque penatibus et magnis dis parturient montes, nascetur ridiculus mus. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas.

ANNEX C – Fusce facilisis lacinia dui

Phasellus id magna. Duis malesuada interdum arcu. Integer metus. Morbi pulvinar pellentesque mi. Suspendisse sed est eu magna molestie egestas. Quisque mi lorem, pulvinar eget, egestas quis, luctus at, ante. Proin auctor vehicula purus. Fusce ac nisl aliquam ante hendrerit pellentesque. Class aptent taciti sociosqu ad litora torquent per conubia nostra, per inceptos hymenaeos. Morbi wisi. Etiam arcu mauris, facilisis sed, eleifend non, nonummy ut, pede. Cras ut lacus tempor metus mollis placerat. Vivamus eu tortor vel metus interdum malesuada.