

## Scientific Computing - Practice sessions

### *Audio command recognition by DTW and classification*

21906085

Duc Thang, NGUYEN

duc-thang.nguyen@univ-tlse3.fr

21902771

Clement, POULL

clement.poull@univ-tlse3.fr

#### ABSTRACT

Speech recognition can be used in many fields, including command recognition for voice drone control. One method that is commonly used for speech recognition is the dynamic time warping (DTW) algorithm. An advantage of this method is that it yields good results without the need for a very large dataset. Other techniques can be used beside in order to do speech recognition, such methods include principal component analysis (PCA) together with k-nearest neighbors (KNN).

**Keywords:** DTW. PCA. KNN. MFCC. Speech Recognition

## 0.1 INTRODUCTION

Speech recognition is the translation of spoken language into text by a computer. This field has applications in many domains, including, but not limited to, health care, military, and telephony. In our case, it will be used to give voice commands for controlling a drone. Unlike direct control methods such as a menu, speech recognition is not trivial and is not always flawless. The computer has no way to directly execute what the speech represents but needs to interpret the voice before execution. This can prove troublesome when the sample has noise, inconsistent speed, volume and many more parameters that can degrade their quality. As a result, we need a way to accurately interpret the voice commands as one of 13 instructions for controlling a drone: *arretetoi*, *atterrissage*, *avance*, *decollage*, *droite*, *etatedurgence*, *faisunflip*, *gauche*, *plusbas*, *plushaut*, *recule*, *tournedroite*, *tournegauche*. The final goal is to recognize these isolated instructions given in our voice as accurately as possible and compare the results of the DTW algorithm with PCA preprocessing and KNN classification.

## 0.2 METODOLOGIA

### 0.2.1 Dataset

The dataset we had access to was composed of sets of the 13 instructions spoken by different persons in different conditions. It can be divided into three categories: 4 sets where voices of males with a high level of noise, 13 sets where voices of males with no noise and 5 sets where voices of females with no noise. Each sample is isolated but not reduced to only the instruction, so we need to cut the empty parts of the sample, as shown by the two following figures.

Figure 1 – Sample before trimming.

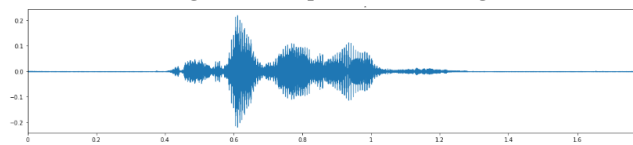
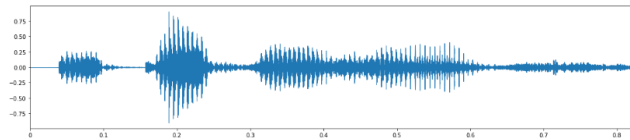


Figure 2 – Sample after trimming.



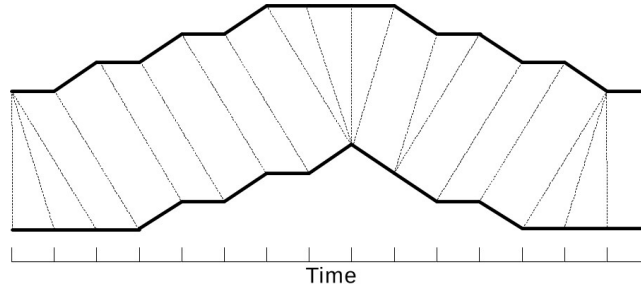
### 0.2.2 DTW and MFCC

The first part our recognition method uses the dynamic time warping (DTW) algorithm on the mel-frequency cepstral coefficients (MFCCs) of each samples.

#### 0.2.2.1 DTW

The dynamic time warping algorithm is a popular method for comparing two linear sequences. This algorithm centers on calculating the similarities between the two sequences, which is exactly what is wanted for speech recognition. It works by matching every elements of a "training" sequence against every elements of a "test" sequence, with restrictions. The first element of the training sequence is matched with the first element of the test sequence, and the last element of the training sequence is matched with the last element of the test sequence. Furthermore, if the element  $i$  of the training sequence is matched with the element  $j$  of the test sequence, then the element  $j + 1$  must be matched with either  $i$  or  $i + 1$ . Illustrated by Figure 3 is the warping between two linear sequences.

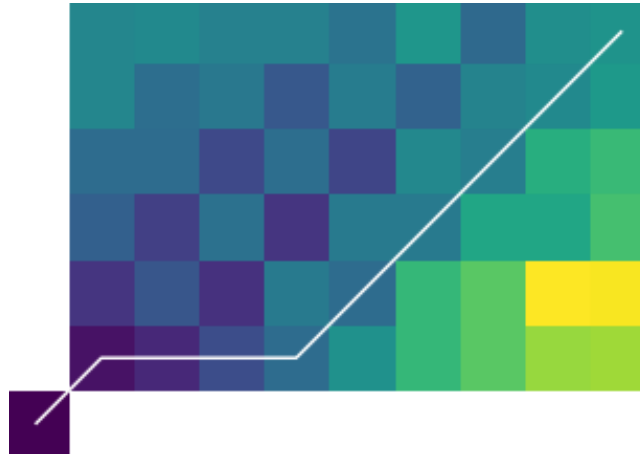
Figure 3 – Warping between two time series.



Source: Florida Institute of Technology

After all elements have been matched, the algorithm allows for a difference coefficient between the two sequences to be calculated. This coefficient will be closer to 0 for a test sequence closer to the training sequence, and is calculated with the value of the last element of the matrix. In Figure 4, said coefficient would be calculated based on the value of the top right corner cell.

Figure 4 – Comparison matrix with recognition path




---

**Algorithm 1** DTW algorithm
 

---

```

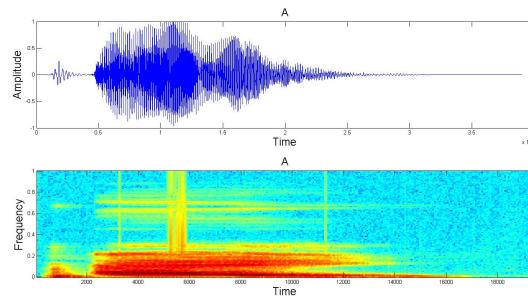
 $g(0,0) \leftarrow 0$ 
for  $j \leftarrow 1$  to  $J$  do
   $g(0,j) \leftarrow +\infty$ 
for  $i \leftarrow 1$  to  $I$  do
   $g(i,0) \leftarrow +\infty$ 
  for  $j \leftarrow 1$  to  $J$  do
     $g(i,j) \leftarrow \min(g(i-1,j) + \omega_0 * d(i,j), g(i-1,j-1) + \omega_1 * d(i,j), g(i,j-1) + \omega_2 * d(i,j))$ 
 $D \leftarrow g(I,J)/(I+J)$ 
  
```

---

This algorithm requires a way to calculate the distance between two elements of a linear sequence. In order to do that, we use the MFCC.

### 0.2.2.2 MFCC

The mel-frequency cepstral coefficients is a frequency warping method that allows for a better representation of the response the human earing has, since it does not follow a linear scale. It calculates coefficients by performing a Fourier transform, mapping the result to the mel scale, taking the logs of the powers at certain frequencies, taking the discrete cosine transform of the logs and getting the amplitudes of the resulting spectrum.

**Figure 5 – Link between amplitude and mel frequency**

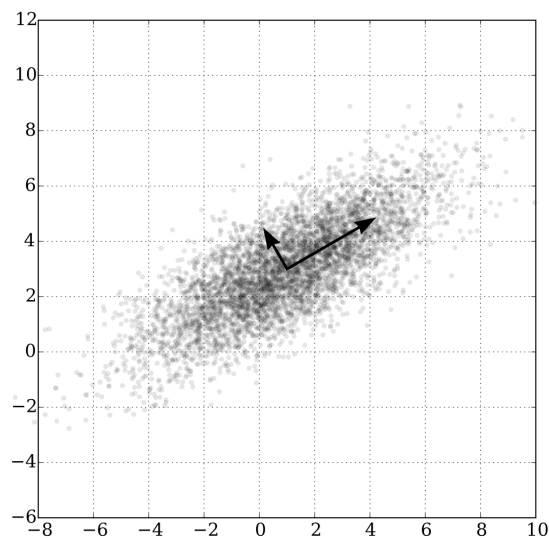
Source: University of Florida

### 0.2.3 PCA and KNN

The second part of our recognition method is to use the principal component analysis (PCA) in order to preprocess our sequences, before classification with the KNN algorithm.

### 0.2.4 PCA

Principal component analysis is a method that allows to reduce the size of a set by transforming it into a set of linearly uncorrelated variable. It works by calculating the covariance matrix of the sequence, then by calculating the eigenvalues and eigenvectors of this matrix, choosing a subset of these eigenvectors and projecting the dataset onto a new basis created by the chosen eigenvectors.

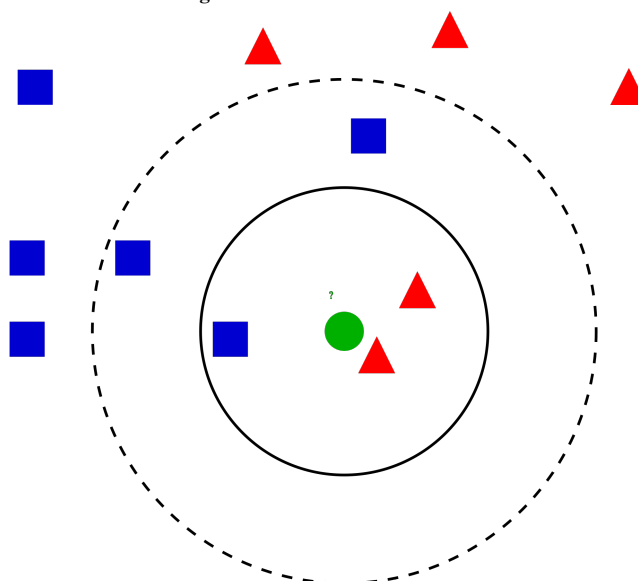
**Figure 6 – PCA in the euclidian plane.**

Source: Wikipedia

### 0.2.5 KNN

K-nearest neighbors is an algorithm used for classification of data. It works by having a training base, on which is placed a test sample. The training base is composed of vectors with each an associated label, the label on these training vectors represents a class. We then check the neighborhood of the test sample, and take its k closest neighbors. These neighbors are then used to classify the test sample, with techniques such as majority voting, or weighted majority voting.

Figure 7 – KNN with two classes.



### 0.3 RESULT

O texto desta seção deve descrever detalhadamente os dados e/ou resultados obtidos pelo autor, que normalmente são apresentados na forma de quadros, tabelas, gráficos, etc. Deve ser efetuada a comparação dos dados obtidos e/ou resultados, com aqueles descritos na revisão de literatura, incluindo os comentários sobre os estudos de outros autores.

### 0.4 CONCLUSÕES

O texto desta seção deve apresentar as conclusões do trabalho baseando-se nos resultados obtidos para mostrar a sua viabilidade técnica e/ou econômica. Deve finalizar o trabalho com uma resposta às hipóteses especificadas na introdução. O autor deve manifestar seu ponto de vista sobre os resultados obtidos; não se deve incluir novos dados ou equações. A partir da tese, alguns assuntos que foram identificados como importantes para serem explorados poderão ser sugeridos como temas para novas pesquisas.

### 0.5 INFORMAÇÕES SOBRE O DESENVOLVIMENTO DO PROJETO

Nesta seção, são apresentadas informações referentes ao desenvolvimento do projeto. Portanto, esta seção não deve fazer parte da versão final do projeto.

O projeto consiste na **proposição e realização de estudo** de alguma aplicação dos conceitos desenvolvidos na disciplina, principalmente os relacionados ao **nome do tema**, em algum dispositivo ou situação de interesse prático. Este estudo pode apresentar soluções analíticas, computacionais e/ou experimentais. O projeto é uma atividade **opcional**, pode ser desenvolvido **em grupo** (máximo 3 membros) e deve ser rigorosamente apresentado de acordo com estas instruções em duas etapas.

A **primeira etapa** consiste da entrega de uma **proposta de pesquisa** até data definida. Esta proposta deve apresentar informações até a introdução, bem como as referências, conforme este modelo. Esta etapa é uma pré-avaliação e, portanto, sujeita à aprovação do tema definido. A **segunda etapa** consiste da entrega do **projeto de pesquisa** até data definida. Este projeto de pesquisa deve apresentar informações de todas as seções deste modelo.

### 0.6 INFORMAÇÕES SOBRE A FORMATAÇÃO DO TEXTO

Nesta seção, são apresentadas informações referentes à formatação do texto. Portanto, esta seção não deve fazer parte da versão final do projeto. O texto do projeto deve ser rigorosamente formatado de acordo com estas instruções.

O arquivo de texto deste projeto está limitado a um máximo de 10 páginas, incluindo tabelas e figuras. O arquivo final em formato pdf (**Código-Projeto-Nome\_do\_Aluno.pdf**) não deve exceder 5 MB e pode ser gerado a partir do arquivo em formato do Microsoft Word (Modelo do Projeto.docx) ou a partir do editor online para LaTeX (disponível em <<http://www.papeeria.com/p/ca8c4367f7c9433b11307a3f720271f8?withLastOpenedFile=false>>). Para gerar a versão final a partir do arquivo do Microsoft Word lembre-se de mudar na guia revisão de “Final: Mostrar Marcação” para “Final”.

O projeto deve ser digitado em papel tamanho A4, usando Fonte Times New Roman, tamanho 10, exceto para o título,

nome e e-mail de autores, instituição, resumo e palavras-chave, que têm formatações específicas. Espaço simples entre linhas deve ser usado ao longo do texto. Todas as margens devem ter 2 cm, exceto a superior (2,5 cm).

### 0.6.1 Títulos e Subtítulos das Seções

Os títulos das seções e subseções devem ser digitados em formato Times New Roman, tamanho 10, negrito e alinhado à esquerda. Os títulos das seções devem ser formatados em letras maiúsculas (exemplo: **MODELO MATEMÁTICO**), enquanto que os títulos das subseções devem ter somente as primeiras letras em maiúsculas (exemplo: **Modelo Matemático**). Eles devem ser numerados, usando numerais arábicos separados por pontos, até o máximo de 3 subníveis. Uma linha em branco de espaçamento simples deve ser incluída acima e abaixo de cada seção/subseção.

### 0.6.2 Corpo do Texto

O corpo do texto deve ser justificado e com espaçamento simples. A primeira linha de cada parágrafo deve ter recuo de 0,6 cm a partir da margem esquerda.

#### 0.6.2.1 Equações

As equações matemáticas devem ser alinhadas à esquerda com recuo de 0,6 cm (mas também podem ser centralizadas). As equações devem ser referenciadas por Eq. (1) no meio da frase, ou por Equação (1) quando usada no início de uma sentença. Os números das equações devem ser formatados com numerais arábicos colocados entre parênteses, e alinhados à direita, como mostrado na Eq. (2). Os símbolos usados nas equações devem ser definidos imediatamente antes ou depois de sua primeira ocorrência no texto do trabalho. O tamanho da fonte usado nas equações deve ser compatível com o utilizado no texto. Todos os símbolos devem ter suas unidades expressas no Sistema Internacional (SI).

$$\frac{\partial^2 U}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 U}{\partial y^2} = 0 \quad (1)$$

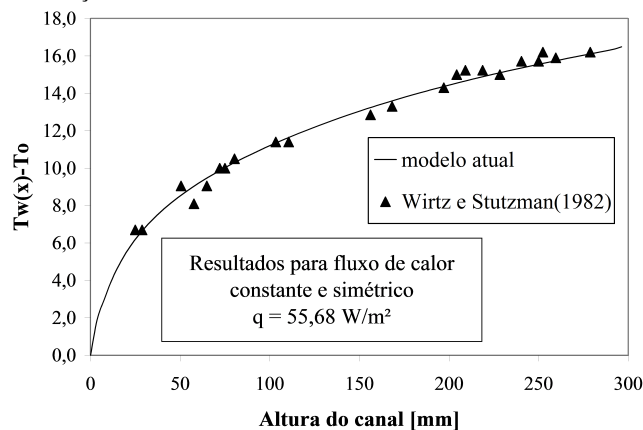
$$\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} = 0 \quad (2)$$

Equações podem ser inseridas neste documento usando o ambiente  $\text{\LaTeX}$  “equation”, conforme exemplo no arquivo fonte deste modelo. Símbolos matemáticos (ou equações mais simples) podem ser inseridos ao longo do texto de um parágrafo usando o ambiente  $\text{\LaTeX}$  “math” ( $\$ . . \$$ ), por exemplo:  $\alpha$ ,  $A = \pi D^2/4$ , etc. Para gerar ou editar equações em  $\text{\LaTeX}$  pode-se utilizar a ferramenta “Formula Sheet”, disponível em <http://formulasheet.com/>, dentre outras.

#### 0.6.2.2 Figuras

As figuras devem ser centralizadas e referenciadas por Fig. 8 no meio da frase ou por Figura 8 quando usada no início de uma sentença. Sua legenda deve ser centralizada e localizada imediatamente acima da figura. As anotações e numerações devem ter tamanhos compatíveis com o da fonte usada no texto, e todas as unidades devem ser expressas no Sistema Internacional (SI). As figuras devem ser colocadas o mais próximo possível de sua primeira citação no texto. Deixe uma linha em branco entre as figuras e o texto.

Figure 8 – Comparação entre os resultados do presente modelo com os resultados experimentais de Wirtz e Stutzman (1982), em termos da diferença de temperatura em função da altura do canal.



Source: Autoria própria.

Figuras coloridas e fotografias de alta qualidade podem ser incluídas no trabalho. Para reduzir o tamanho do arquivo e preservar a resolução gráfica, converta os arquivos das imagens para o formato GIF (para figuras com até 16 cores) ou para o formato JPEG (alta densidade de cores), antes de inseri-los no trabalho.

Figuras podem ser inseridas neste documento usando o ambiente  $\text{\LaTeX}$  “figure”, conforme exemplo no arquivo fonte deste modelo.

### 0.6.2.3 Tabelas

As tabelas devem ser centralizadas e referenciadas por Tab. 1 no meio da frase, ou por Tabela 1 quando usada no início de uma sentença. Sua legenda deve ser centralizada e localizada imediatamente acima da tabela. Anotações e valores numéricos nela incluídos devem ter tamanhos compatíveis com o da fonte usado no texto do trabalho, e todas as unidades devem ser expressas no Sistema Internacional (SI). As unidades devem ser incluídas apenas na primeira linha ou primeira coluna de cada tabela, conforme for apropriado. As tabelas devem ser colocadas tão perto quanto possível de sua primeira citação no texto. Deixe uma linha simples em branco entre a tabela, seu título e o texto. O estilo de borda da tabela é livre. As legendas das figuras e das tabelas não devem exceder 3 linhas.

**Table 1 – Resultados experimentais para as propriedades de flexão dos materiais CFRC-TWILL e CFRC-4HS. Valores médios obtidos em 20 ensaios.**

| Propriedades do compósito    | CFRC-TWILL | CFRC-4HS |
|------------------------------|------------|----------|
| Resistência à Flexão / [MPa] | 209±10     | 180±15   |
| Módulo de Flexão / [GPa]     | 57,0±2,8   | 18,0±1,3 |

Source: Autoria própria.

Tabelas podem ser inseridas neste documento usando o ambiente  $\text{\LaTeX}$  “table”, conforme exemplo no arquivo fonte deste modelo. Para gerar ou editar tabelas em  $\text{\LaTeX}$  pode-se utilizar a ferramenta “Tables Generator”, disponível em <<http://www.tablesgenerator.com/>>, dentre outras.

### 0.6.2.4 Citações e Referências

As citações das referências no corpo do texto podem ser feitas no formato autor-ano da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT):

- Implícitas:

- ... (VAN EKENSTEIN et al., 1997).
- ... (COLEMAN; GRAF; PAINTER, 1991; NRIAGU, 1988).
- ... (WIZENTIER; BOSCHI; VIEIRA, 1992; FAINA, 2000; LARSSON, 2018).
- ... (VAN EKENSTEIN et al., 1997; NRIAGU, 1988; FAINA, 2000).

- Explícitas:

- Van Ekenstein et al. (1997) afirmam que...
- ..., conforme visto em Coleman, Graf, and Painter (1991) and Nriagu (1988).
- Segundo Wizenier, Boschi, and Vieira (1992), Faina (2000) and Larsson (2018),...
- ... como as definições de Van Ekenstein et al. (1997), Nriagu (1988) and Faina (2000).

Referências aceitas incluem: artigos (de periódicos ou de anais de congressos), dissertações, teses, livros, comunicações privadas, etc. A lista de referências deve ser uma nova seção denominada Referências. Todas as referências incluídas na lista devem aparecer como citações no texto do trabalho. As referências devem ser postas em ordem alfabética, usando o último nome do primeiro autor. Um exemplo de lista de referências é apresentado na sequência.

Citações e referências podem ser inseridas neste documento usando os comandos do pacote  $\text{\LaTeX}$  “biblatex”, disponível em <<http://ctan.org/pkg/biblatex/>>, conforme exemplos no arquivo fonte deste modelo. Os dados de cada referência podem ser obtidos de um arquivo “bibtex” (\*.bib), geralmente na própria página de *download* da referência (artigos, livros, etc.) ou, ainda, a partir do Google Acadêmico, etc. Para gerar ou editar entradas de arquivos “bibtex” (\*.bib) pode-se utilizar a ferramenta “Bibtex Editor”, disponível em <<http://truben.no/latex/bibtex/>>, ou “ZoteroBib”, disponível em <<http://zbib.org/>>, dentre outras.

### 0.6.2.5 Plágio Acadêmico

As devidas citações de referências para textos, figuras, tabelas, etc., bem como a apresentação de suas respectivas fontes de referência, são de extrema importância na redação de qualquer texto, principalmente acadêmico/científico, para que não se caracterize a prática de plágio.

A violação dos direitos autorais é CRIME previsto no Artigo 184 do Código Penal, com punição que vai desde o pagamento de multa até a reclusão de quatro anos, dependendo da extensão e da forma como o direito do autor foi violado. Além das penalidades citadas e da desmoralização acadêmica, o plagiário estará sujeito a sanções cíveis, como retratação pública e indenização pecuniária por dano moral e/ou patrimonial, e também a sanções administrativas, que podem chegar à reprovação/desligamento da instituição, no caso de estudantes, e demissão, no caso de professores/pesquisadores.

### 0.6.3 Informações e Dicas sobre $\text{T}_{\text{E}}\text{X}$ / $\text{L}_{\text{A}}\text{T}_{\text{E}}\text{X}$

- $\text{L}_{\text{A}}\text{T}_{\text{E}}\text{X}$  Project: <<http://www.latex-project.org/>>.
- Comprehensive  $\text{T}_{\text{E}}\text{X}$  Archive Network (CTAN): <<http://www.ctan.org/>>.
- $\text{T}_{\text{E}}\text{X}$  Users Group (TUG): <<http://www.tug.org/>>.
- $\text{L}_{\text{A}}\text{T}_{\text{E}}\text{X}$  - Wikibooks: <<http://en.wikibooks.org/wiki/LaTeX/>>.
- $\text{T}_{\text{E}}\text{X}$  -  $\text{L}_{\text{A}}\text{T}_{\text{E}}\text{X}$  Stack Exchange: <<http://tex.stackexchange.com/>>.



## REFERENCES

- COLEMAN, M. M.; GRAF, J. F.; PAINTER, P. C. **Specific Interactions and the Miscibility of Polymer Blends: Practical Guides for Predicting & Designing Miscible Polymer Mixtures**. 1. ed. Lancaster, PA, USA: Technomic, 1991. 495 pp. ISBN 0877628238.
- FAINA, L. F. **Uma arquitetura para suporte a ubiquidade dos serviços de telecomunicações baseada na arquitetura TINA e em agentes moveis**. Dec. 2000. 175 pp. PhD thesis – Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP. Available from: <<http://repositorio.unicamp.br/jspui/handle/REPOSIP/260519>>. Visited on: 5 Nov. 2018.
- LARSSON, A. **Dia's new homepage**. Ed. by Svitozar Cherepii. [S.l.: s.n.], 14 Jan. 2018. The GNOME Project. Available from: <<http://wiki.gnome.org/Apps/Dia/>>. Visited on: 5 Nov. 2018.
- NRIAGU, J. O. Historical Perspectives. In: NRIAGU, J. O.; NIEBOER, E. (Eds.). **Chromium in the Natural and Human Environments**. New York, NY, USA: John Wiley & Sons, Mar. 1988. v. 20. (Advances in Environmental Science and Technology). A Wiley-Interscience Publication. chap. 1, p. 1–19. ISBN 0471856436.
- VAN EKENSTEIN, G. O. R. A. et al. Blends of Caprolactam/Caprolactone Copolymers and Chlorinated Polymers. **Polymer**, Elsevier, v. 38, n. 12, p. 3025–3034, June 1997. The International Journal for the Science and Technology of Polymers. ISSN 0032-3861. DOI: 10.1016/S0032-3861(96)00881-6.
- WIZENTIER, S. E.; BOSCHI, A. O.; VIEIRA, J. M. Fabricação de Membranas Cerâmicas para Microfiltração. In: 10.<sup>o</sup> CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA E CIÊNCIAS DOS MATERIAIS, Dec. 1992, Águas de Lindóia, SP. **Anais do 10.<sup>o</sup> Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciências dos Materiais**. [S.l.: s.n.], Dec. 1992. p. 230–238.

## APPENDIX A – TÍTULO DO APÊNDICE

Sed feugiat. Cum sociis natoque penatibus et magnis dis parturient montes, nascetur ridiculus mus. Ut pellentesque augue sed urna. Vestibulum diam eros, fringilla et, consectetur eu, nonummy id, sapien. Nullam at lectus. In sagittis ultrices mauris. Curabitur malesuada erat sit amet massa. Fusce blandit. Aliquam erat volutpat. Aliquam euismod. Aenean vel lectus. Nunc imperdiet justo nec dolor.

Etiam euismod. Fusce facilisis lacinia dui. Suspendisse potenti. In mi erat, cursus id, nonummy sed, ullamcorper eget, sapien. Praesent pretium, magna in eleifend egestas, pede pede pretium lorem, quis consectetur tortor sapien facilisis magna. Mauris quis magna varius nulla scelerisque imperdiet. Aliquam non quam. Aliquam porttitor quam a lacus. Praesent vel arcu ut tortor cursus volutpat. In vitae pede quis diam bibendum placerat. Fusce elementum convallis neque. Sed dolor orci, scelerisque ac, dapibus nec, ultricies ut, mi. Duis nec dui quis leo sagittis commodo.

Aliquam lectus. Vivamus leo. Quisque ornare tellus ullamcorper nulla. Mauris porttitor pharetra tortor. Sed fringilla justo sed mauris. Mauris tellus. Sed non leo. Nullam elementum, magna in cursus sodales, augue est scelerisque sapien, venenatis congue nulla arcu et pede. Ut suscipit enim vel sapien. Donec congue. Maecenas urna mi, suscipit in, placerat ut, vestibulum ut, massa. Fusce ultrices nulla et nisl.

Etiam ac leo a risus tristique nonummy. Donec dignissim tincidunt nulla. Vestibulum rhoncus molestie odio. Sed lobortis, justo et pretium lobortis, mauris turpis condimentum augue, nec ultricies nibh arcu pretium enim. Nunc purus neque, placerat id, imperdiet sed, pellentesque nec, nisl. Vestibulum imperdiet neque non sem accumsan laoreet. In hac habitasse platea dictumst. Etiam condimentum facilisis libero. Suspendisse in elit quis nisl aliquam dapibus. Pellentesque auctor sapien. Sed egestas sapien nec lectus. Pellentesque vel dui vel neque bibendum viverra. Aliquam porttitor nisl nec pede. Proin mattis libero vel turpis. Donec rutrum mauris et libero. Proin euismod porta felis. Nam lobortis, metus quis elementum commodo, nunc lectus elementum mauris, eget vulputate ligula tellus eu neque. Vivamus eu dolor.

Nulla in ipsum. Praesent eros nulla, congue vitae, euismod ut, commodo a, wisi. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Aenean nonummy magna non leo. Sed felis erat, ullamcorper in, dictum non, ultricies ut, lectus. Proin vel arcu a odio lobortis euismod. Vestibulum ante ipsum primis in faucibus orci luctus et ultrices posuere cubilia Curae; Proin ut est. Aliquam odio. Pellentesque massa turpis, cursus eu, euismod nec, tempor congue, nulla. Duis viverra gravida mauris. Cras tincidunt. Curabitur eros ligula, varius ut, pulvinar in, cursus faucibus, augue.

## ANNEX A – TÍTULO DO ANEXO

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.

Donec et nisl id sapien blandit mattis. Aenean dictum odio sit amet risus. Morbi purus. Nulla a est sit amet purus venenatis iaculis. Vivamus viverra purus vel magna. Donec in justo sed odio malesuada dapibus. Nunc ultrices aliquam nunc. Vivamus facilisis pellentesque velit. Nulla nunc velit, vulputate dapibus, vulputate id, mattis ac, justo. Nam mattis elit dapibus purus. Quisque enim risus, congue non, elementum ut, mattis quis, sem. Quisque elit.

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.

Vivamus eu tellus sed tellus consequat suscipit. Nam orci orci, malesuada id, gravida nec, ultricies vitae, erat. Donec risus turpis, luctus sit amet, interdum quis, porta sed, ipsum. Suspendisse condimentum, tortor at egestas posuere, neque metus tempor orci, et tincidunt urna nunc a purus. Sed facilisis blandit tellus. Nunc risus sem, suscipit nec, eleifend quis, cursus quis, libero. Curabitur et dolor. Sed vitae sem. Cum sociis natoque penatibus et magnis dis parturient montes, nascetur ridiculus mus. Maecenas ante. Duis ullamcorper enim. Donec tristique enim eu leo. Nullam molestie elit eu dolor. Nullam bibendum, turpis vitae tristique gravida, quam sapien tempor lectus, quis pretium tellus purus ac quam. Nulla facilisi.

## **AGRADECIMENTOS**

O(s) autor(es) agradece(m) à Universidade Tecnológica Federal do Paraná pelo apoio recebido para o desenvolvimento do presente trabalho.

**DECLARAÇÃO DE RESPONSABILIDADE**

O(s) autor(es) é(são) o(s) único(s) responsável(eis) pelo material impresso contido neste documento.