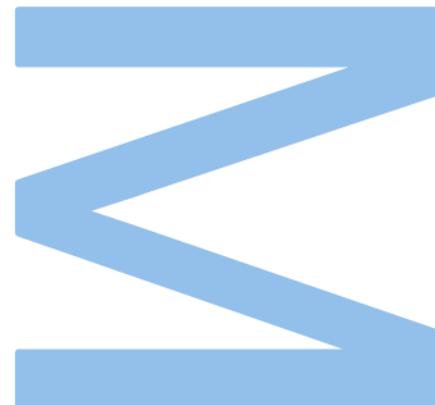
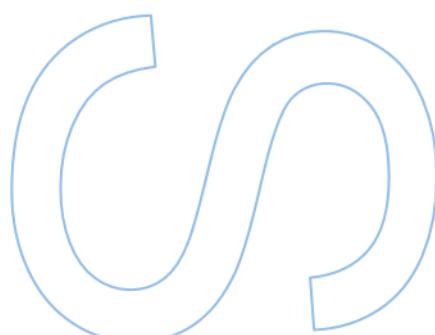


# Efficient Regular Pattern Matching avoiding Denial of Service



**Daniel Afonso de Resende**  
Master in Information Security  
Department of Computer Science  
Faculty of Sciences of the University of Porto  
2025



# **Efficient Regular Pattern Matching avoiding Denial of Service**

**Daniel Afonso de Resende**

Dissertation carried out as part of the Master in Information  
Security

Department of Computer Science  
2025

Supervisor

Rogério Ventura Lages dos Santos Reis, Associate Professor,  
Faculty of Sciences of the University of Porto

Co-supervisor

Nelma Resende Araújo Moreira, Associate Professor, Faculty of  
Sciences of the University of Porto

*Dedicated to (optional)*

# Acknowledgements

Curabitur pellentesque lectus venenatis sapien consequat posuere. Vestibulum ante ipsum primis in faucibus orci luctus et ultrices posuere cubilia curae; Maecenas pharetra, neque non finibus tempor, sapien orci vulputate enim, sit amet rhoncus mauris ligula eget leo. Vestibulum ante ipsum primis in faucibus orci luctus et ultrices posuere cubilia curae; Nulla nisl est, elementum eu odio vel, hendrerit lobortis nisl. Phasellus faucibus, dolor ut tempus mollis, augue felis finibus magna, ut placerat mi libero non erat. Quisque malesuada sed lorem sed porta. Aenean eu risus sit amet massa venenatis vestibulum. Aliquam aliquet leo tortor, a suscipit turpis mollis eu. Nulla sed venenatis augue. Donec semper leo nisl, vel mattis dolor viverra et. Cras massa risus, elementum id rutrum a, mattis auctor tellus. Sed eleifend nunc odio, nec tincidunt ligula lobortis nec. Aenean quam turpis, gravida sed sem vel, tincidunt scelerisque elit. Nunc quis maximus nisl. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit.

# Resumo

Curabitur pellentesque lectus venenatis sapien consequat posuere. Vestibulum ante ipsum primis in faucibus orci luctus et ultrices posuere cubilia curae; Maecenas pharetra, neque non finibus tempor, sapien orci vulputate enim, sit amet rhoncus mauris ligula eget leo. Vestibulum ante ipsum primi in faucibus orci luctus et ultrices posuere cubilia curae; Nulla nisl est, elementum eu odio vel, hendrerit lobortis nisl. Phasellus faucibus, dolor ut tempus mollis, augue felis finibus magna, ut placerat mi libero non erat. Quisque malesuada sed lorem sed porta. Aenean eu risus sit amet massa venenatis vestibulum. Aliquam aliquet leo tortor, a suscipit turpis mollis eu. Nulla sed venenatis augue. Donec semper leo nisl, vel mattis dolor viverra et. Cras massa risus, elementum id rutrum a, mattis auctor tellus. Sed eleifend nunc odio, nec tincidunt ligula lobortis nec. Aenean quam turpis, gravida sed sem vel, tincidunt scelerisque elit. Nunc quis maximus nisl. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit.

Palavras-chave: [until 240 characters, including spaces (separated by a coma)]

# Abstract

Curabitur pellentesque lectus venenatis sapien consequat posuere. Vestibulum ante ipsum primis in faucibus orci luctus et ultrices posuere cubilia curae; Maecenas pharetra, neque non finibus tempor, sapien orci vulputate enim, sit amet rhoncus mauris ligula eget leo. Vestibulum ante ipsum primis in faucibus orci luctus et ultrices posuere cubilia curae; Nulla nisl est, elementum eu odio vel, hendrerit lobortis nisl. Phasellus faucibus, dolor ut tempus mollis, augue felis finibus magna, ut placerat mi libero non erat. Quisque malesuada sed lorem sed porta. Aenean eu risus sit amet massa venenatis vestibulum. Aliquam aliquet leo tortor, a suscipit turpis mollis eu. Nulla sed venenatis augue. Donec semper leo nisl, vel mattis dolor viverra et. Cras massa risus, elementum id rutrum a, mattis auctor tellus. Sed eleifend nunc odio, nec tincidunt ligula lobortis nec. Aenean quam turpis, gravida sed sem vel, tincidunt scelerisque elit. Nunc quis maximus nisl. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit.

Keywords: [until 240 characters, including spaces (separated by a coma)]

# Table of Contents

List of Tables [if applicable] .....	.v
List of Charts [if applicable] .....	vi
List of Figures [if applicable] .....	vii
List of Abbreviations [if applicable] .....	viii
Introduction [if applicable] .....	1
1. Heading of Chapter 1 .....	2
1.1. Subchapter .....	2
2. Heading of Chapter 2 .....	3
2.1. Subchapter .....	3
Conclusion .....	4
References .....	5
Attachments [if applicable] .....	6
Attachment 1 [if applicable] .....	7

## List of Tables [if applicable]

Tabela 1 .....	3
----------------	---

## List of Charts [if applicable]

Gráfico 1 .....3

## List of Figures [if applicable]

Figura 1 - Infociências .....	2
-------------------------------	---

## List of Abbreviations [if applicable]

FCUP                    FACULTY OF SCIENCES OF THE UNIVERSITY OF PORTO  
UP                        UNIVERSITY OF PORTO

## Introduction [if applicable]

Nam consequat tortor quis dui auctor laoreet. Nam tincidunt porttitor eros sed mattis. Curabitur pharetra risus orci, nec scelerisque justo sodales at. Suspendisse blandit, eros a aliquam dictum, massa nunc volutpat eros, quis aliquet purus leo in elit. Sed semper augue at placerat semper. Nulla gravida magna vitae risus pretium, sit amet rutrum sem congue. Vestibulum ut suscipit massa.

Quisque dui urna, bibendum sed mattis non, varius vitae erat. Nam maximus tortor nibh. Sed velit ligula, posuere eu enim sit amet, fringilla aliquet mauris. Nam suscipit dolor eget nisl tristique, et imperdiet neque rutrum. Aliquam nec orci aliquet, volutpat leo quis, accumsan dolor. In quis diam eros. Aenean magna sem, pretium imperdiet lacinia sit amet, posuere in ante. Ut commodo non est et pulvinar. Vivamus a dignissim nisl. Aenean rutrum lobortis nibh tristique auctor. Pellentesque hendrerit suscipit lacus. Ut condimentum molestie erat. Praesent placerat ante purus, eu rutrum magna sagittis vitae. Cras commodo elementum ante, sit amet dapibus velit condimentum nec. Curabitur aliquet dolor quis consequat sodales. Nulla tincidunt auctor dui a ultricies.

Sed sit amet posuere dolor. Vestibulum sollicitudin accumsan rutrum. Maecenas diam nulla, elementum ullamcorper ipsum sit amet, porta viverra sapien. In malesuada eu metus sagittis rutrum. Sed convallis quam eget elit tempus ultrices. Nullam nec justo eu orci consectetur molestie. Ut porta justo vitae dolor sollicitudin sagittis. Phasellus non euismod nunc, ut mattis diam. Curabitur pretium fermentum orci id volutpat. Donec faucibus magna, sit amet tincidunt nulla blandit vel. Phasellus at pulvinar arcu. Aenean convallis sapien non augue congue, quis fringilla nisi eleifend.

# 1. Heading of Chapter 1

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Morbi tortor ligula, fermentum at luctus a, sagittis a massa. Aliquam diam ex, gravida eget justo vitae, scelerisque tempus justo. Ut sed malesuada elit. Curabitur pretium lectus nulla, nec tincidunt turpis rutrum non. Sed metus arcu, porttitor quis suscipit ac, fermentum id ante. Proin suscipit massa id pellentesque varius. Sed tincidunt nisi magna, hendrerit molestie quam tincidunt fringilla.<sup>1</sup>



The screenshot shows the homepage of the FCUP Infociências website. At the top, there is a navigation bar with links for 'NÓS FCUP', 'ESTUDANTE' (which is underlined), 'INFOSERVIÇOS', 'TIC', and 'PERFIL'. On the far left, there is a sidebar with links: 'Empregabilidade', 'Ini. Prática Profissional', 'Renovar Inscr. Dout.', 'Provas Académicas', 'Candidatura UCS', 'Horário Blocos', 'Testemunhos', and 'Alumni'. The main content area features a large photograph of several students walking outdoors. To the right of the photo is a button labeled 'Iniciar Sessão'.

Figure 1 - Infociências

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Morbi tortor ligula, fermentum at luctus a, sagittis a massa. Aliquam diam ex, gravida eget justo vitae, scelerisque tempus justo.

## 1.1. Subchapter

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Morbi tortor ligula, fermentum at luctus a, sagittis a massa. Aliquam diam ex, gravida eget justo vitae, scelerisque tempus justo. Ut sed malesuada elit. Curabitur pretium lectus nulla, nec tincidunt turpis rutrum non. Sed metus arcu, porttitor quis suscipit ac, fermentum id ante. Proin suscipit massa id pellentesque varius. Sed tincidunt nisi magna, hendrerit molestie quam tincidunt fringilla.

<sup>1</sup> Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Morbi tortor ligula, fermentum at luctus a, sagittis a massa

## 2. Heading of Chapter 2

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Morbi tortor ligula, fermentum at luctus a, sagittis a massa. Aliquam diam ex, gravida eget justo vitae, scelerisque tempus justo.

### 2.1. Subchapter

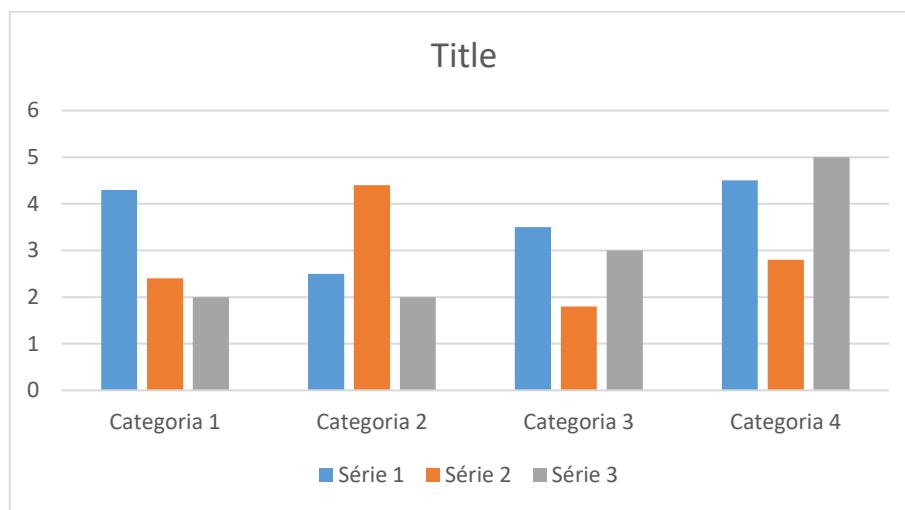
Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Morbi tortor ligula, fermentum at luctus a, sagittis a massa.


Table 1

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Morbi tortor ligula, fermentum at luctus a, sagittis a massa.

#### 2.1.1. Sub-subchapter

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Morbi tortor ligula, fermentum at luctus a, sagittis a massa.



Graphic 1

Sed metus arcu, porttitor quis suscipit ac, fermentum id ante. Proin suscipit massa id pellentesque varius. Sed tincidunt nisi magna, hendrerit molestie quam tincidunt fringilla.

## Conclusion

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Morbi tortor ligula, fermentum at luctus a, sagittis a massa. Aliquam diam ex, gravida eget justo vitae, scelerisque tempus justo. Ut sed malesuada elit. Curabitur pretium lectus nulla, nec tincidunt turpis rutrum non. Sed metus arcu, porttitor quis suscipit ac, fermentum id ante. Proin suscipit massa id pellentesque varius. Sed tincidunt nisi magna, hendrerit molestie quam tincidunt fringilla.

Quisque dui urna, bibendum sed mattis non, varius vitae erat. Nam maximus tortor nibh. Sed velit ligula, posuere eu enim sit amet, fringilla aliquet mauris. Nam suscipit dolor eget nisl tristique, et imperdiet neque rutrum. Aliquam nec orci aliquet, volutpat leo quis, accumsan dolor. In quis diam eros. Aenean magna sem, pretium imperdiet lacinia sit amet, posuere in ante. Ut commodo non est et pulvinar. Vivamus a dignissim nisl. Aenean rutrum lobortis nibh tristique auctor. Pellentesque hendrerit suscipit lacus. Ut condimentum molestie erat. Praesent placerat ante purus, eu rutrum magna sagittis vitae. Cras commodo elementum ante, sit amet dapibus velit condimentum nec. Curabitur aliquet dolor quis consequat sodales. Nulla tincidunt auctor dui a ultricies.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Morbi tortor ligula, fermentum at luctus a, sagittis a massa. Aliquam diam ex, gravida eget justo vitae, scelerisque tempus justo. Ut sed malesuada elit. Curabitur pretium lectus nulla, nec tincidunt turpis rutrum non. Sed metus arcu, porttitor quis suscipit ac, fermentum id ante. Proin suscipit massa id pellentesque varius. Sed tincidunt nisi magna, hendrerit molestie quam tincidunt fringilla.

## References

[The references should be in accordance with those internationally adopted in the scientific field in which the final work is included]

## Attachments [if applicable]

## Attachment 1 [if applicable]