

# Um passeio por convexidade em grafos e outros temas

Vinícius Fernandes dos Santos

CEFET-MG e UFMG

27 de novembro de 2015

# Apresentação

Formação na UFRJ

# Apresentação

Formação na UFRJ

- ▶ Graduação

# Apresentação

## Formação na UFRJ

- ▶ Graduação
- ▶ Mestrado

# Apresentação

## Formação na UFRJ

- ▶ Graduação
- ▶ Mestrado
- ▶ Doutorado

# Apresentação

## Formação na UFRJ

- ▶ Graduação
- ▶ Mestrado
- ▶ Doutorado (Algoritmos e Combinatória)

# Apresentação

## Formação na UFRJ

- ▶ Graduação
- ▶ Mestrado
- ▶ Doutorado (Algoritmos e Combinatória)

## Professor

- ▶ UERJ

# Apresentação

## Formação na UFRJ

- ▶ Graduação
- ▶ Mestrado
- ▶ Doutorado (Algoritmos e Combinatória)

## Professor

- ▶ UERJ
- ▶ CEFET-MG



# Apresentação

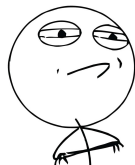
## Formação na UFRJ

- ▶ Graduação
- ▶ Mestrado
- ▶ Doutorado (Algoritmos e Combinatória)

## Professor

- ▶ UERJ
- ▶ CEFET-MG
- ▶ UFMG

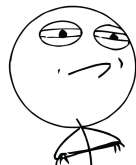
# O início do doutorado - Junho de 2009



**CHALLENGE ACCEPTED**

# O início do doutorado - Junho de 2009

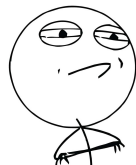
- ▶ Linha de Algoritmos e Combinatória



**CHALLENGE ACCEPTED**

# O início do doutorado - Junho de 2009

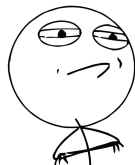
- ▶ Linha de Algoritmos e Combinatória
- ▶ Orientador: Jayme Szwarcfiter



**CHALLENGE ACCEPTED**

# O início do doutorado - Junho de 2009

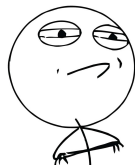
- ▶ Linha de Algoritmos e Combinatória
- ▶ Orientador: Jayme Szwarcfiter
- ▶ Disciplinas:
  - ▶ Algoritmos Distribuídos
  - ▶ Otimização Combinatória
  - ▶ Geometria Computacional



**CHALLENGE ACCEPTED**

# O início do doutorado - Junho de 2009

- ▶ Linha de Algoritmos e Combinatória
- ▶ Orientador: Jayme Szwarcfiter
- ▶ Disciplinas:
  - ▶ Algoritmos Distribuídos
  - ▶ Otimização Combinatória
  - ▶ Geometria Computacional
- ▶ Tema: Convexidade em grafos



**CHALLENGE ACCEPTED**

# Convexidades em grafos

- ▶ Convexidades em grafos.

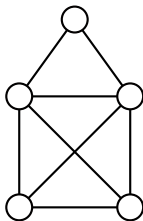
# Convexidades em grafos

- ▶ Convexidades em grafos.



# Convexidades em grafos

- ▶ Convexidades em grafos.
- ▶ Grafos finitos simples.



# Convexidades em grafos

- ▶ **Convexidades** em grafos.

# Convexidades em grafos

- ▶ **Convexidades** em grafos.
- ▶ Conceito originário da geometria.

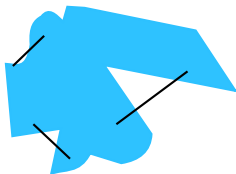
# Convexidades em grafos

- ▶ **Convexidades** em grafos.
- ▶ Conceito originário da geometria.



# Convexidades em grafos

- ▶ **Convexidades** em grafos.
- ▶ Conceito originário da geometria.



# Aplicação

Redes Sociais

# Aplicação

## Redes Sociais

Cenário: um usuário faz alguma atividade quando  $k$  amigos já fizeram esta atividade.

# Aplicação

## Redes Sociais

Cenário: um usuário faz alguma atividade quando  $k$  amigos já fizeram esta atividade.

- ▶ Quantas pessoas convencer inicialmente para convencer todos?



# Aplicação

## Redes Sociais

Cenário: um usuário faz alguma atividade quando  $k$  amigos já fizeram esta atividade.

- ▶ Quantas pessoas convencer inicialmente para convencer todos?
- ▶ Quantas pessoas eu realmente preciso convencer se eu estiver interessado em um usuário específico?

# Aplicação

## Redes Sociais

Cenário: um usuário faz alguma atividade quando  $k$  amigos já fizeram esta atividade.

- ▶ Quantas pessoas convencer inicialmente para convencer todos?
- ▶ Quantas pessoas eu realmente preciso convencer se eu estiver interessado em um usuário específico?
- ▶ Se desejamos formar dois times distintos, qual o maior número de usuários de forma que não haja nenhum “agente-duplo”?

# Outras aplicações

Outras aplicações relacionadas aos problemas estudados:

# Outras aplicações

Outras aplicações relacionadas aos problemas estudados:

- ▶ Ordenação;
- ▶ Biologia molecular;
- ▶ Influência social;
- ▶ Sistemas imunológicos;
- ▶ Autômatos celulares;
- ▶ Marketing;
- ▶ ...

2010

- ▶ Fim das disciplinas

# 2010

- ▶ Fim das disciplinas
- ▶ Visita do prof. Dieter Rautenbach - Universität Ulm, Alemanha

# 2010

- ▶ Fim das disciplinas
- ▶ Visita do prof. Dieter Rautenbach - Universität Ulm, Alemanha
- ▶ Problema de Intermediação:  $(a, b, c) \equiv$  “ $b$  está entre  $a$  e  $c$ ”

- ▶ Fim das disciplinas
- ▶ Visita do prof. Dieter Rautenbach - Universität Ulm, Alemanha
- ▶ Problema de Intermediação:  $(a, b, c) \equiv$  “ $b$  está entre  $a$  e  $c$ ”
  - ▶ Rautenbach, Szwarcfiter, Santos e Schäfer,  
**Characterization and representation problems for intersection betweennesses,**  
*Discrete Applied Mathematics,*
  - ▶ Rautenbach, Szwarcfiter, Santos e Schäfer,  
**On subbetweennesses of trees: Hardness, algorithms, and characterizations,**  
*Computers & Mathematics with Applications*



- ▶ Fim das disciplinas
- ▶ Visita do prof. Dieter Rautenbach - Universität Ulm, Alemanha
- ▶ Problema de Intermediação:  $(a, b, c) \equiv$  “ $b$  está entre  $a$  e  $c$ ”
  - ▶ Rautenbach, Szwarcfiter, Santos e Schäfer,  
**Characterization and representation problems for intersection betweennesses**,  
*Discrete Applied Mathematics*,
  - ▶ Rautenbach, Szwarcfiter, Santos e Schäfer,  
**On subbetweennesses of trees: Hardness, algorithms, and characterizations**,  
*Computers & Mathematics with Applications*
- ▶ Doutorado sanduíche planejado

- ▶ Fim das disciplinas
- ▶ Visita do prof. Dieter Rautenbach - Universität Ulm, Alemanha
- ▶ Problema de Intermediação:  $(a, b, c) \equiv$  “ $b$  está entre  $a$  e  $c$ ”
  - ▶ Rautenbach, Szwarcfiter, Santos e Schäfer,  
**Characterization and representation problems for intersection betweennesses**,  
*Discrete Applied Mathematics*,
  - ▶ Rautenbach, Szwarcfiter, Santos e Schäfer,  
**On subbetweennesses of trees: Hardness, algorithms, and characterizations**,  
*Computers & Mathematics with Applications*
- ▶ Doutorado sanduíche planejado
- ▶ Dieter se torna coorientador

## 2010 - continuação

- ▶ Novo problema: ordens parciais

## 2010 - continuação

- ▶ Novo problema: ordens parciais
- ▶ Generaliza resultado da literatura

## 2010 - continuação

- ▶ Novo problema: ordens parciais
- ▶ Generaliza resultado da literatura
- ▶ Ida pra Alemanha em outubro

## 2010 - continuação

- ▶ Novo problema: ordens parciais
- ▶ Generaliza resultado da literatura
- ▶ Ida pra Alemanha em outubro

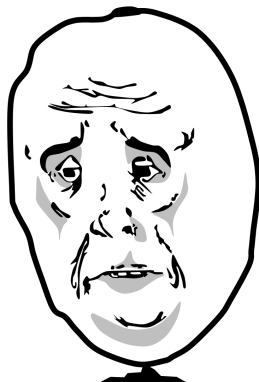


# 2010 - continuação

- ▶ Pesquisa bibliográfica

## 2010 - continuação

- ▶ Pesquisa biliográfica: versão do problema já resolvida





## 2010 - continuação

- ▶ Pesquisa bibliográfica: versão do problema já resolvida
- ▶ Novo problema: conversão com limite de tempo

## 2010 - continuação

- ▶ Pesquisa bibliográfica: versão do problema já resolvida
- ▶ Novo problema: conversão com limite de tempo
- ▶ Algoritmos para casos interessantes

## 2010 - continuação

- ▶ Pesquisa bibliográfica: versão do problema já resolvida
- ▶ Novo problema: conversão com limite de tempo
- ▶ Algoritmos para casos interessantes

Rautenbach, Santos e Schäfer.

**Irreversible conversion processes with deadlines,**  
*Journal of Discrete Algorithms*

# Aplicação

Redes de computadores

# Aplicação

## Redes de computadores

Consideremos uma rede cujos computadores são vulneráveis a um ataque de negação de serviço (*Denial of Service*, ou DoS) que, após um ataque, possa ser controlado pelo atacante.

# Aplicação

## Redes de computadores

Consideremos uma rede cujos computadores são vulneráveis a um ataque de negação de serviço (*Denial of Service*, ou DoS) que, após um ataque, possa ser controlado pelo atacante. Suponha que saibamos:

# Aplicação

## Redes de computadores

Consideremos uma rede cujos computadores são vulneráveis a um ataque de negação de serviço (*Denial of Service*, ou DoS) que, após um ataque, possa ser controlado pelo atacante. Suponha que saibamos:

- ▶ A sensibilidade de cada computador;

# Aplicação

## Redes de computadores

Consideremos uma rede cujos computadores são vulneráveis a um ataque de negação de serviço (*Denial of Service*, ou DoS) que, após um ataque, possa ser controlado pelo atacante. Suponha que saibamos:

- ▶ A sensibilidade de cada computador;
- ▶ Quando cada computador será atualizado.



# Aplicação

## Redes de computadores

Consideremos uma rede cujos computadores são vulneráveis a um ataque de negação de serviço (*Denial of Service*, ou DoS) que, após um ataque, possa ser controlado pelo atacante. Suponha que saibamos:

- ▶ A sensibilidade de cada computador;
- ▶ Quando cada computador será atualizado.

Quantos destes computadores são necessários para controlar toda a rede?

2011

De volta ao Brasil:

- ▶ Número de Carathéodory

De volta ao Brasil:

- ▶ Número de Carathéodory
  - ▶ Não conseguimos o resultado esperado. :-)

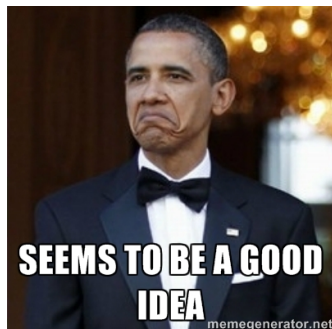
## De volta ao Brasil:

- ▶ Número de Carathéodory
  - ▶ Não conseguimos o resultado esperado. :-)
- ▶ Seminário sobre número de Radon

# 2011

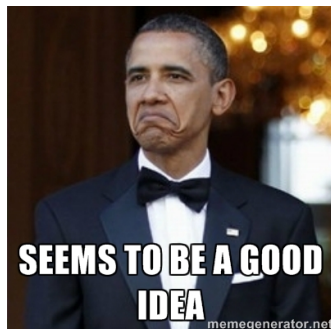
De volta ao Brasil:

- ▶ Número de Carathéodory
  - ▶ Não conseguimos o resultado esperado. :-(
- ▶ Seminário sobre número de Radon
  - ▶ Ideia de algoritmo!



De volta ao Brasil:

- ▶ Número de Carathéodory
  - ▶ Não conseguimos o resultado esperado. :-(
- ▶ Seminário sobre número de Radon
  - ▶ Ideia de algoritmo!



Dourado, Rautenbach, Santos, Schäfer, Szwarcfiter e Toman,  
**An upper bound on the  $P_3$ -Radon number,**  
*Discrete Mathematics*

Dourado, Rautenbach, Santos, Schäfer, Szwarcfiter e Toman,  
**Algorithmic and structural aspects of the  $P_3$ -Radon number,**  
*Annals of Operations Research*

2011

Programa Bolsista Nota 10 da Faperj

# 2011

Programa Bolsista Nota 10 da Faperj

- ▶ Dois anos completados



# 2011

## Programa Bolsista Nota 10 da Faperj

- ▶ Dois anos completados
- ▶ “A” em todas as disciplinas

## Programa Bolsista Nota 10 da Faperj

- ▶ Dois anos completados
- ▶ “A” em todas as disciplinas
- ▶ Indicação feita pelo PESC

2011

Programa Bolsista Nota 10 da Faperj

- ▶ Dois anos completados
- ▶ “A” em todas as disciplinas
- ▶ Indicação feita pelo PESC

Bolsa maior que o normal



2012

2012

De volta ao Número de Carathéodory:

2012

De volta ao Número de Carathéodory:

- ▶ Conseguimos o resultado!

De volta ao Número de Carathéodory:

- ▶ Conseguimos o resultado!

Dourado, Rautenbach, Santos, Schäfer e Szwarcfiter,  
**On the Carathéodory number of interval and graph convexities,**  
*Theoretical Computer Science*

# 2012

- ▶ Colaboração com Denis Julien (Université Paris Diderot) e Ross McConnell (Colorado State University).



## 2012

- ▶ Colaboração com Denis Julien (Université Paris Diderot) e Ross McConnell (Colorado State University).
- ▶ Resultado sobre grafos clique, apresentado no *Latin American Workshop on Cliques in Graphs*, Argentina.

2012

- ▶ Colaboração com Denis Julien (Université Paris Diderot) e Ross McConnell (Colorado State University).
- ▶ Resultado sobre grafos clique, apresentado no *Latin American Workshop on Cliques in Graphs*, Argentina.

Habib, Julien, McConnell, Santos, Szwarcfiter

**Characterizing Clique Graphs of Chordal Comparability Graphs,**

*Matematica Contemporanea.*

2012

- ▶ Colaboração com Denis Julien (Université Paris Diderot) e Ross McConnell (Colorado State University).
- ▶ Resultado sobre grafos clique, apresentado no *Latin American Workshop on Cliques in Graphs*, Argentina.

Habib, Julien, McConnell, Santos, Szwarcfiter  
**Characterizing Clique Graphs of Chordal Comparability  
Graphs,**  
*Matematica Contemporanea.*



# 2012 - Eventos

- ▶ Escolas de Verão e Workshops

# 2012 - Eventos

- ▶ Escolas de Verão e Workshops



- ▶ Resultados sobre conjuntos convergentes minimais

- ▶ Resultados sobre conjuntos convergentes minimais
- ▶ Resultado apresentado no *Latin American Algorithms, Graphs and Optimization Symposium*, México

- ▶ Resultados sobre conjuntos convergentes minimais
- ▶ Resultado apresentado no *Latin American Algorithms, Graphs and Optimization Symposium*, México





# Janeiro 2013

Defesa de doutorado

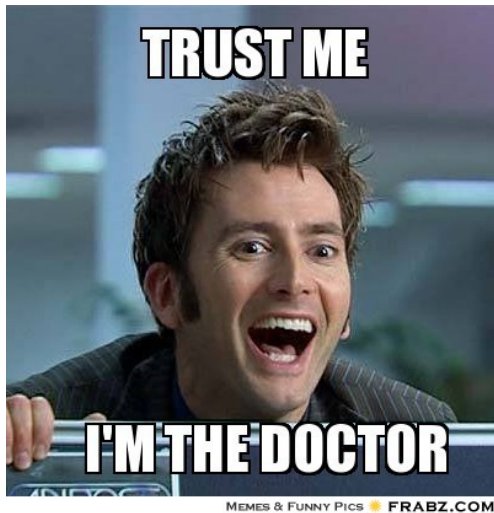
# Janeiro 2013

## Defesa de doutorado



Janeiro 2013

Defesa de doutorado

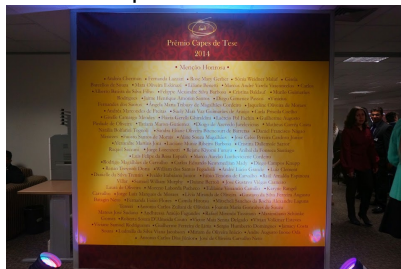


# Premiações

## CTD - SBC

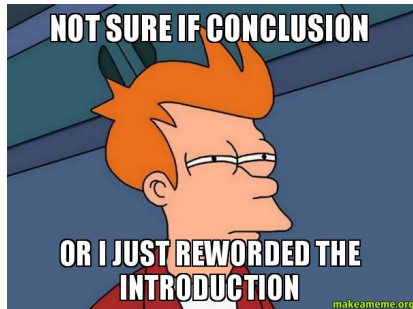


## Prêmio Capes de Tese



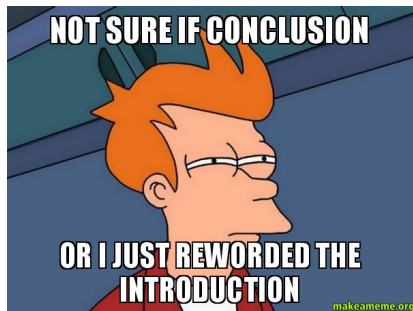
# Conclusão

- ▶ Orientador



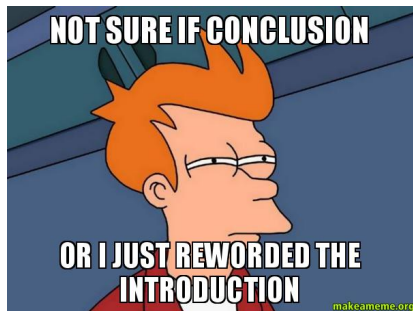
# Conclusão

- ▶ Orientador
- ▶ Doutorado Sanduíche



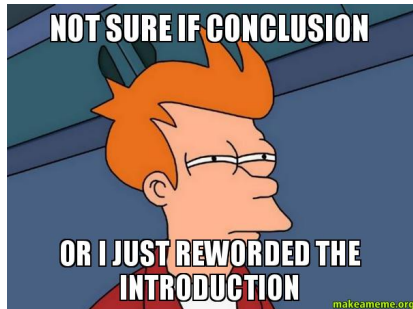
# Conclusão

- ▶ Orientador
- ▶ Doutorado Sanduíche
- ▶ Escolas de Verão



# Conclusão

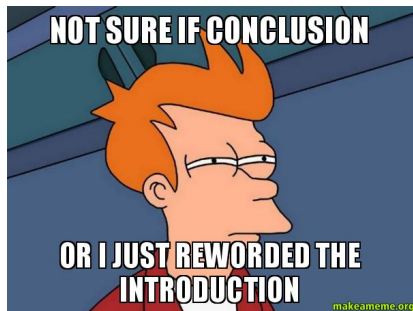
- ▶ Orientador
- ▶ Doutorado Sanduíche
- ▶ Escolas de Verão
- ▶ Colaborações Internacionais





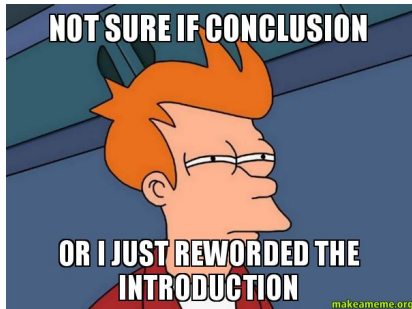
# Conclusão

- ▶ Orientador
- ▶ Doutorado Sanduíche
- ▶ Escolas de Verão
- ▶ Colaborações Internacionais
- ▶ Bolsa Faperj



# Conclusão

- ▶ Orientador
- ▶ Doutorado Sanduíche
- ▶ Escolas de Verão
- ▶ Colaborações Internacionais
- ▶ Bolsa Faperj
- ▶ Colaboração com colegas



Obrigado



[vinicius.santos@gmail.com](mailto:vinicius.santos@gmail.com)