

# Uma estratégia baseada em Algoritmos Genéticos para otimizar arquiteturas de Data Center

---

MÁRCIO SÉRGIO SOARES AUSTREGÉSILO

MESTRANDO EM INFORMÁTICA APLICADA

PPGIA-UFRPE

ORIENTADOR: PROF. DR. GUSTAVO CALLOU



# Objetivos

---

- Propor uma estratégia de otimização da Arquitetura elétrica de Datacenter Através de um Algoritmo Genético Multiobjetivo
  - Maximizar a Disponibilidade
  - Minimizar o Custo
  - Minimizar o Impacto Ambiental

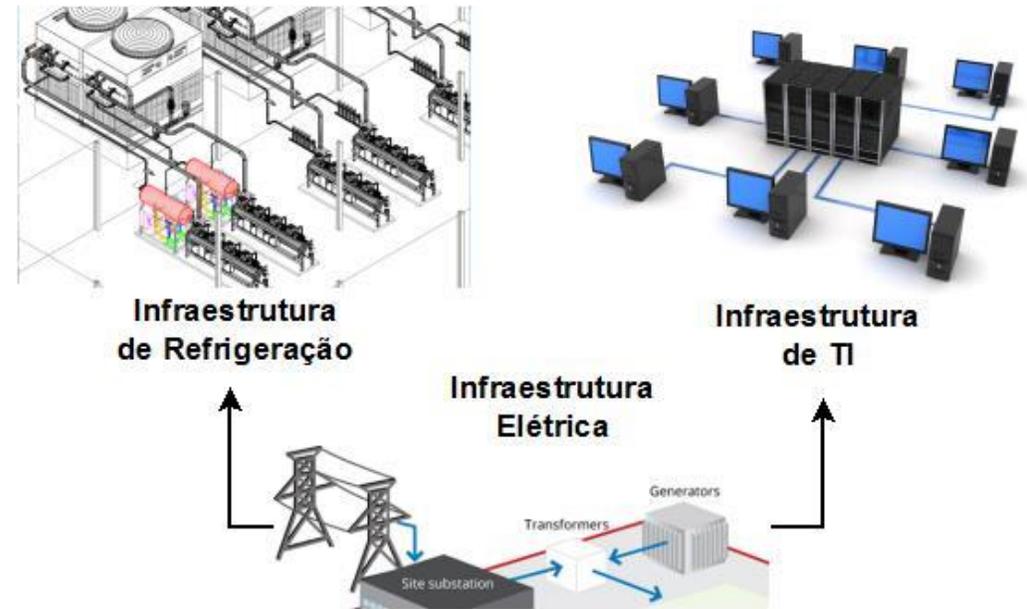


---

# Preliminares

# Data Center

- São Compostos por três infraestruturas básicas:
  - Infraestrutura de TI
  - Infraestrutura de Refrigeração
  - Infraestrutura Elétrica (Foco desta pesquisa)



# Disponibilidade

---

- A disponibilidade é a probabilidade do sistema se manter em funcionamento levando em consideração a ocorrência de falhas e reparo de dispositivos que compõe tal sistema [Maciel et al. 2011].

$$Disp = \frac{MTTF}{MTTF + MTTR}$$

# Custo Total

---

- O custo total (CT) é a soma do custo de aquisição (CA) com o custo operacional (CO).
- O custo de aquisição é calculado pelo somatório dos preços de varejo dos equipamentos que compõem a arquitetura.
- O Custo Operacional (CO) pode ser obtido pela equação:
  - $CO = E_{consumida} \times T \times P_{energia} \times Disp$



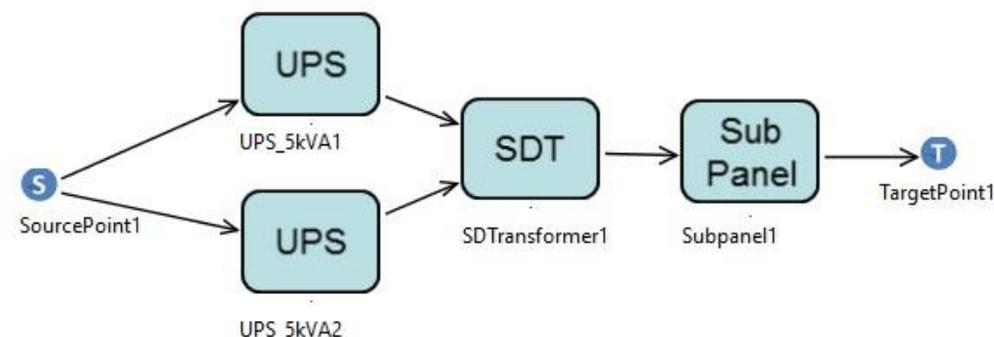
# Exergia e Sustentabilidade

---

- A Segunda Lei da Termodinâmica [Kotas 1985] afirma que há sempre uma perda da qualidade ao se converter um tipo de energia em outro
- A exergia é calculada como o produto de energia por um fator de qualidade de acordo com a Equação:
  - $Exergia = Energia \times F$

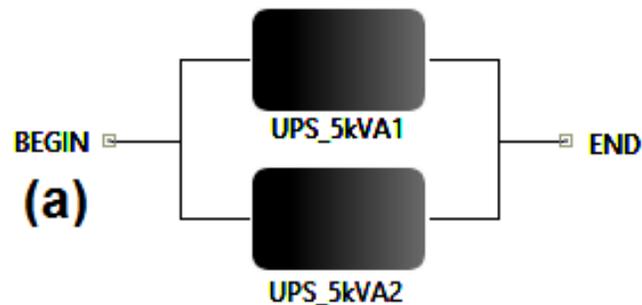
# Modelo de Fluxo de Energia (EFM)

- O Modelo de Fluxo de Energia (EFM) foi proposto com o objetivo de representar o fluxo de energia elétrica entre os componentes do sistema, considerando a eficiência e a capacidade máxima que cada componente pode fornecer ou extrair [Callou et al. 2013]



# Diagramas de Bloco de Confiabilidade

- O diagrama de bloco de confiabilidade (RBD) [Ebeling 1997] é um modelo combinatório inicialmente proposto como uma técnica para o cálculo da confiabilidade de um sistema usando diagramas de blocos intuitivos.



- (a)  $P_p = 1 - \prod_{i=1}^n (1 - P_i)$
- (b)  $P_s = \prod_{i=1}^n P_i$

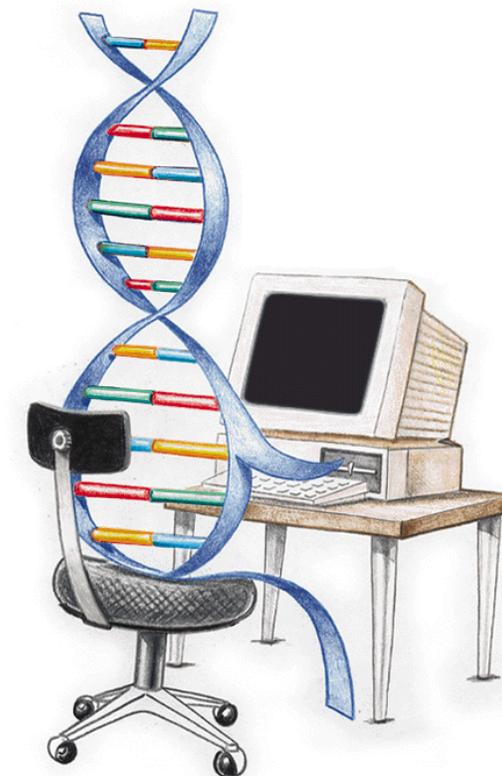
# Algoritmos Genéticos

- Propostos por John Holland em 1975
- Aplicar a Teoria da Evolução de Espécies de Darwin
- Alusão computacional aos conceitos biológicos
- Preceitos do neodarwinismo
  - Recursos limitados
  - Indivíduos com características específicas sobrevivem
  - Tais indivíduos tem maior chance de reprodução
  - Estas características são repassadas para as gerações subsequentes
  - Características mais desejáveis são propagadas



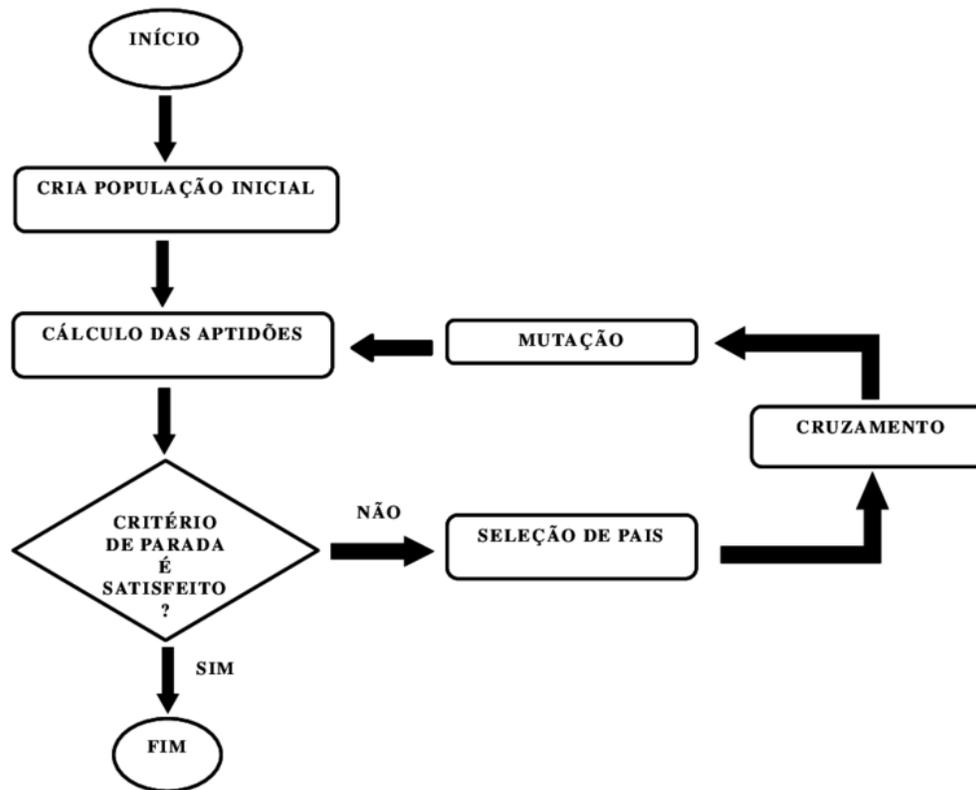
# Algoritmos Genéticos

- Modelar um cromossomo para o problema
- Gerar uma população de soluções (cromossomos) aleatórias para o problema
- Sofre todo processo de evolução
- Etapas do Algoritmo Genético
  - Geração da População Inicial
  - Avaliação
  - Seleção
  - Cruzamento
  - Mutação
  - Finalização



# Algoritmos Genéticos

- Fluxograma



---

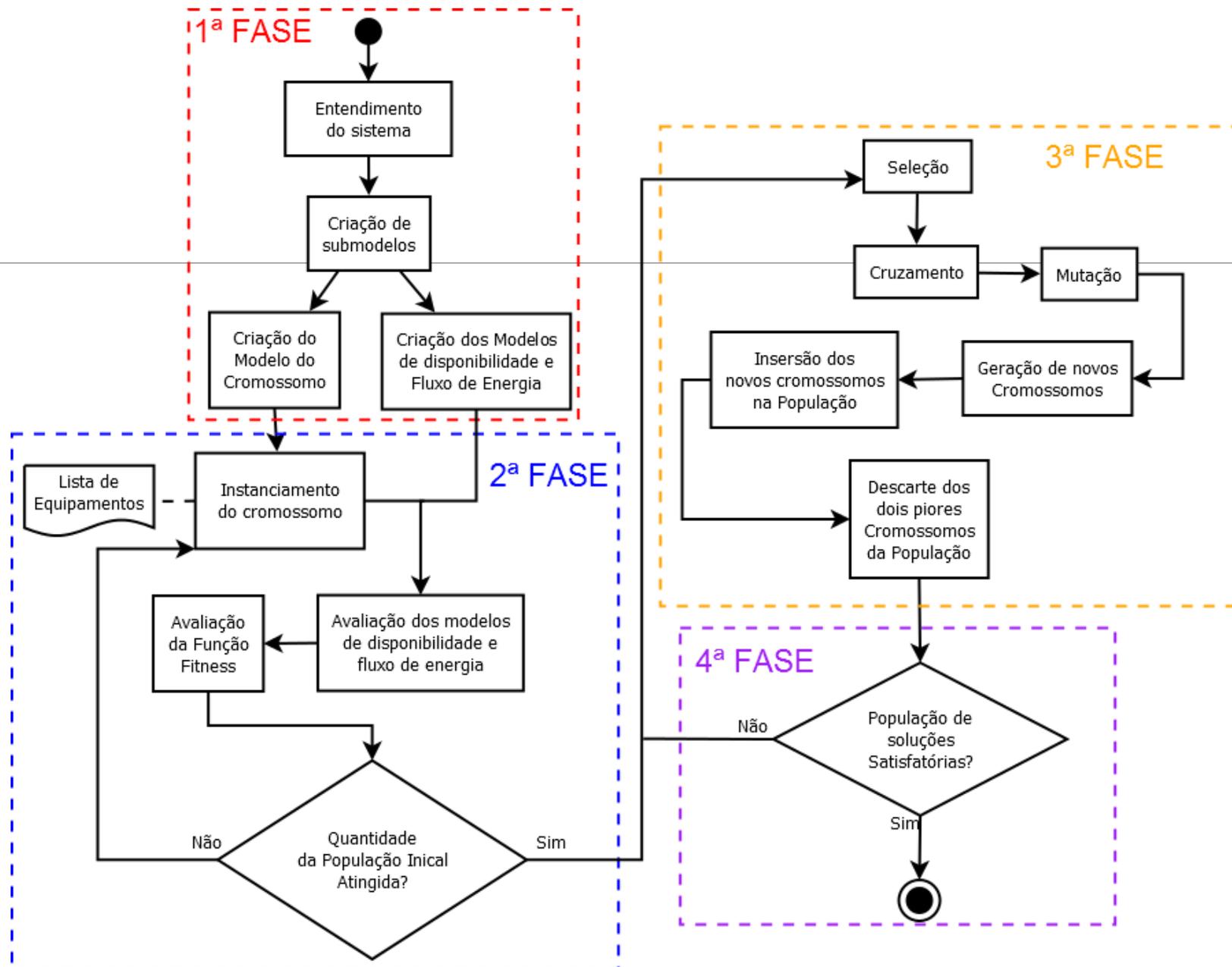
# Metodologia

# Metodologia

---

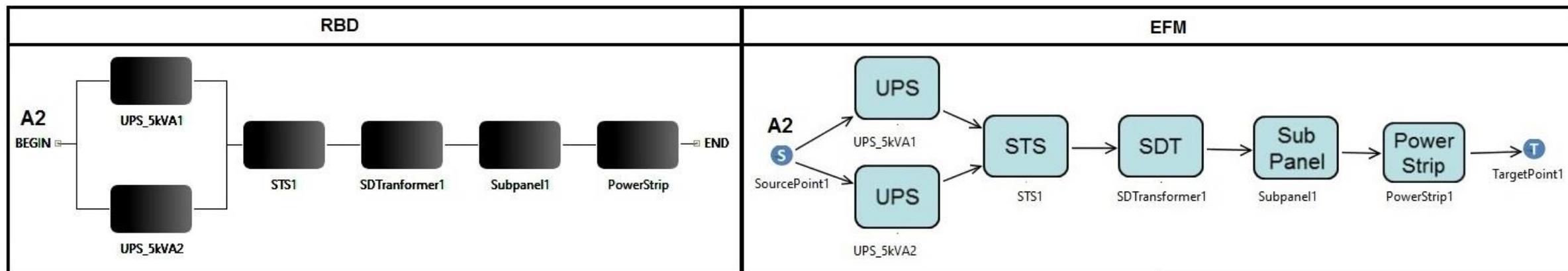
- Algoritmo Genético
- Modelos RBD e EFM
- Mercury



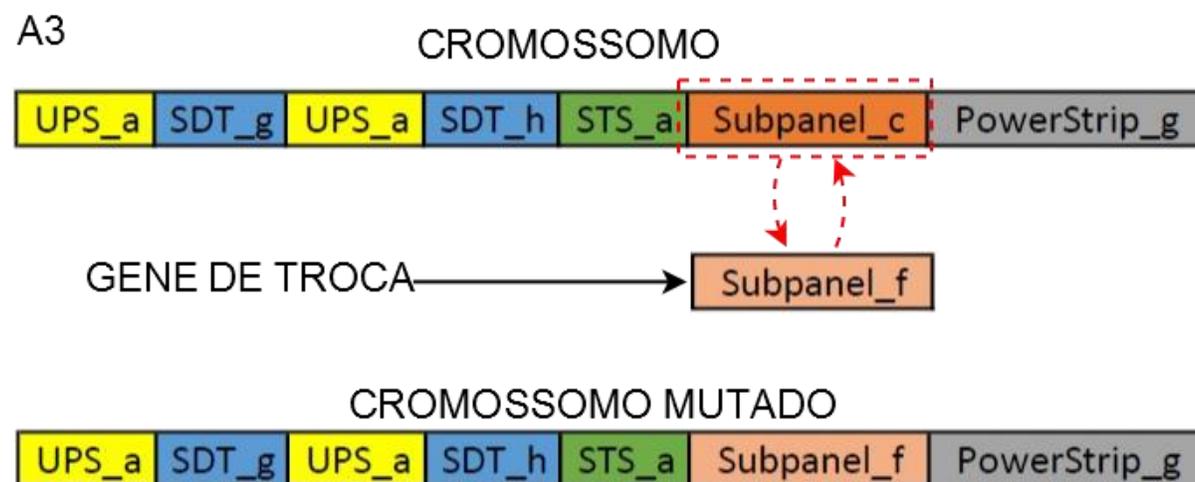
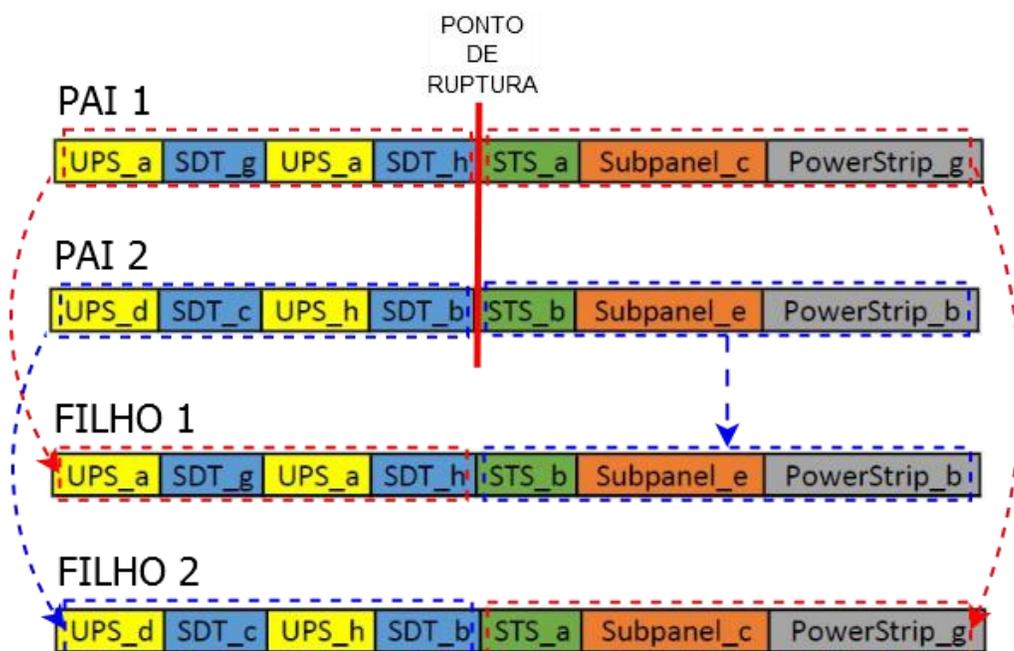




# Exemplos de RBD e EFM

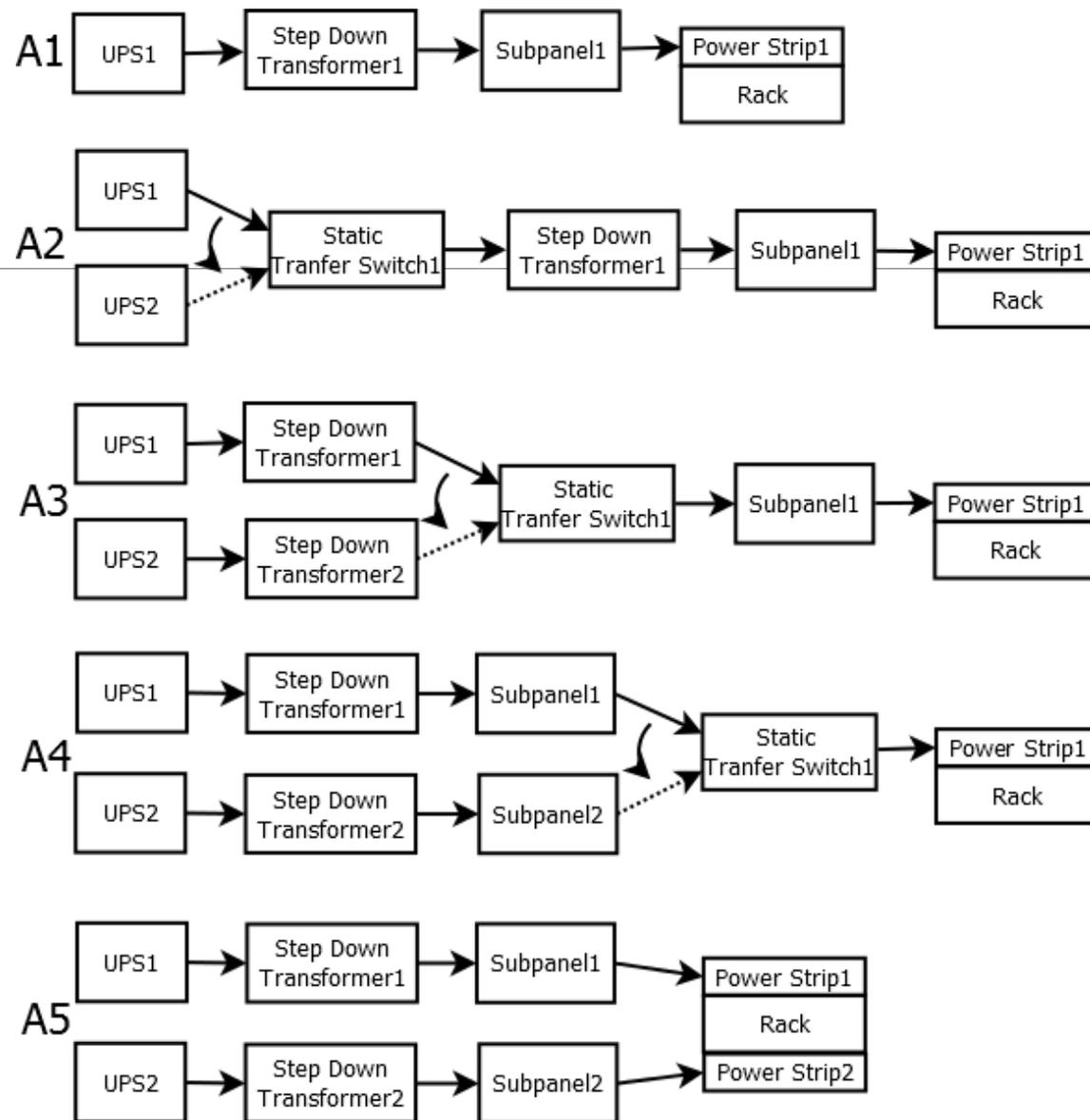


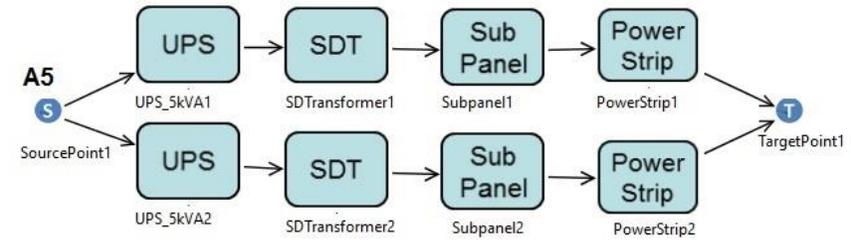
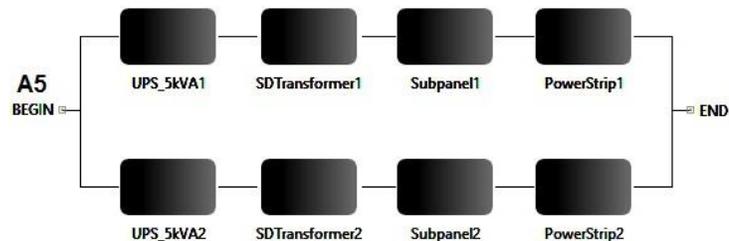
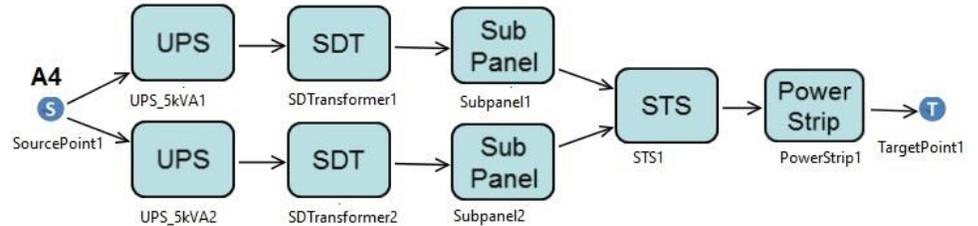
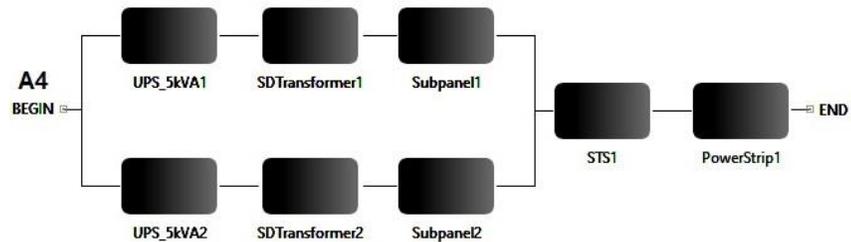
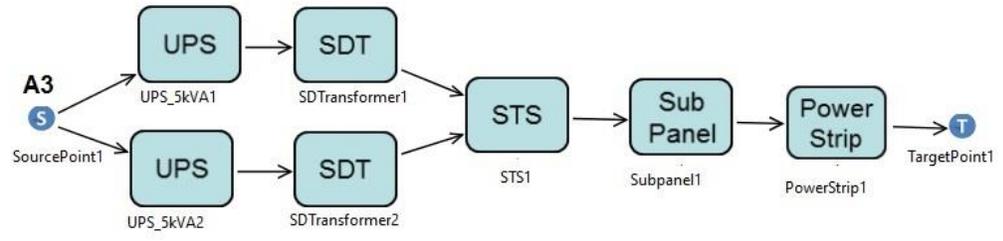
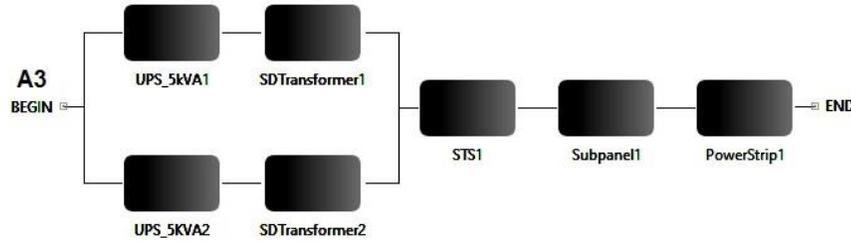
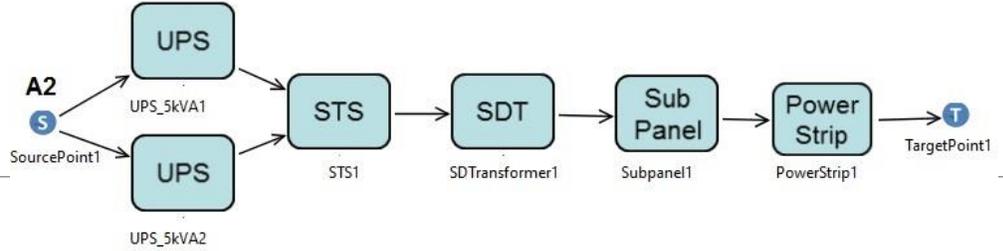
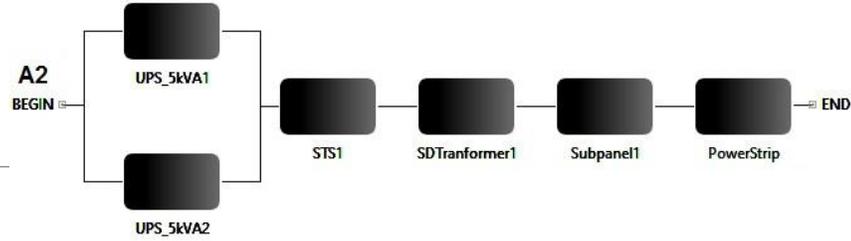
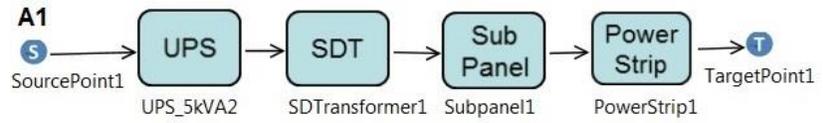
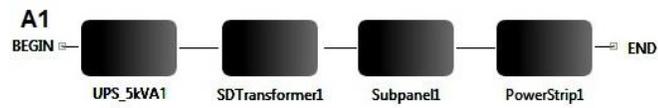
# Cruzamento e Mutação



---

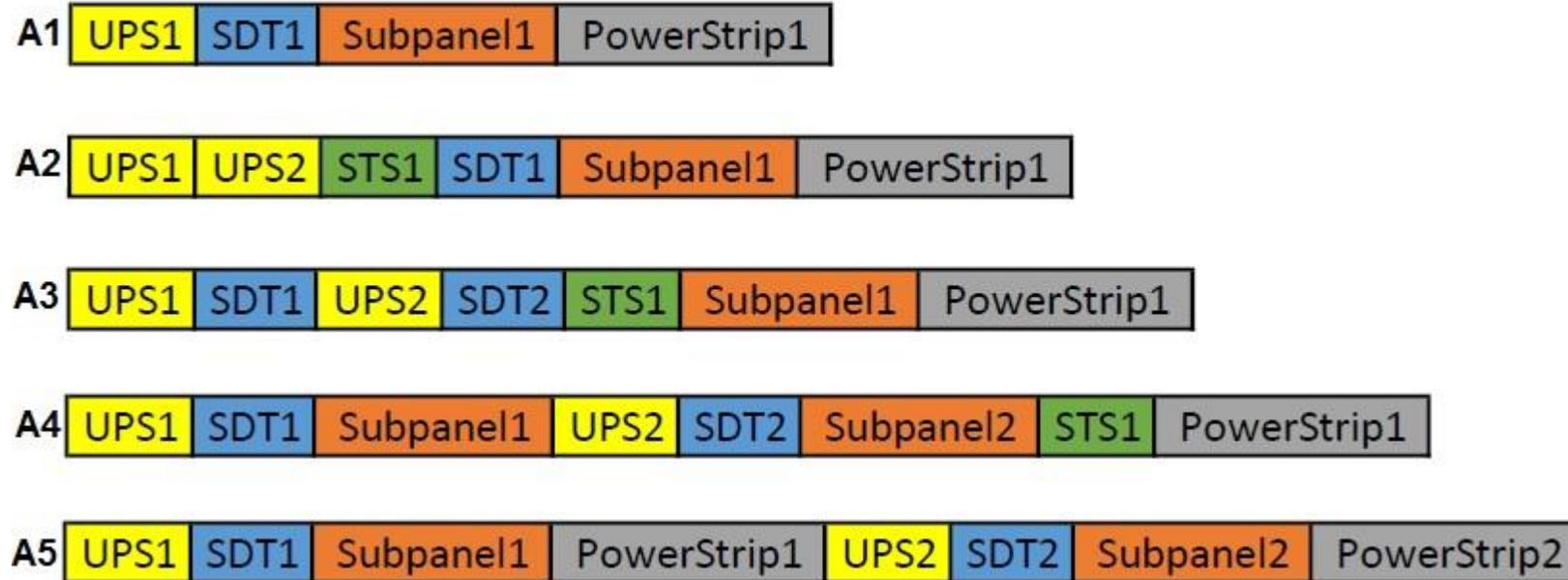
# Estudo de Caso





# Cromossomos

---



---

# Resultados

# Resultados

---

Arquit.:	A1			A2			A3			A4			A5		
	AG	FB	ER(%)	AG	FB	ER(%)	AG	FB	ER(%)	AG	FB	ER(%)	AG	FB	ER(%)
<b>C (USD)</b>	14505,71	14520,08	0,09	19323,61	18965,65	1,85	19843,21	19404,48	2,21	20079,79	19585,69	2,46	18714,03	18725,14	0,05
<b>E (J)</b>	22,3837	22,3845	0,003	46,3150	30,7769	33,54	47,4440	30,7778	35,12	47,8265	30,7785	35,64	22,3901	22,3901	0,000001
<b>Disp (9s)</b>	3,5468	3,6058	1,63	3,5926	3,6320	1,08	3,6488	3,6938	1,21	3,6897	3,7394	1,32	7,2470	7,3533	1,44
<b>T (s)</b>	11,42	17,31	151,61	13,14	1130,65	8603,90	11,55	9494,46	82176,86	12,22	91730,1	750520,39	10,42	87799,14	842521,26

# Conclusão

---

- Algoritmo Genético
- Modelos RBD e EFM
- Mercury

# Conclusão

---

- Aplicação do Algoritmo Genético para arquiteturas de Data Center
- Otimização a partir dos Modelos RBD e EFM
  - Maximização da Disponibilidade
  - Minimização da Exergia Operacional
  - Minimização do Custo Total
- Técnica Eficiente de Otimização
- Infraestruturas mais complexas como estudo de caso de trabalhos futuros



# Referências Bibliográficas

---

Maciel, P., Trivedi, K., Matias, R., and Kim, D. (2011). *Performance and Dependability in Service Computing: Concepts, Techniques and Research Directions*, chapter 3 - Dependability Modeling, pages 53–97. Information Science Reference.

Kotas, T. J. (1985). The exergy method of thermal plant analysis.

Callou, G., Maciel, P., Tutsch, D., Ferreira, J., Araújo, J., and Souza, R. (2013). Estimating sustainability impact of high dependable data centers: A comparative study between brazilian and us energy mixes. *Computing*, 95(12):1137–1170.

Ebeling, C. (1997). *An Introduction to Reliability and Maintainability Engineering*. Waveland Press.

Holland, J. H. (1975). *Adaptation in Natural and Artificial System*. University of Michigan.

---

# Obrigado