

Nº 170898

**Análise da movimentação de pessoas em ginásios poliesportivos via metodologia baseada em desempenho**

Rodrigo Machado Tavares

*Slides do trabalho apresentado para o Comitê Olímpico do Rio 2012, Rio de Janeiro,  
19/07/2012*

A série “Comunicação Técnica” compreende trabalhos elaborados por técnicos do IPT, apresentados em eventos, publicados em revistas especializadas ou quando seu conteúdo apresentar relevância pública.

***ANÁLISE DA MOVIMENTAÇÃO DE PESSOAS EM  
GINÁSIOS POLIESPORTIVOS VIA METODOLOGIA  
BASEADA EM DESEMPENHO***

# Sobre o IPT

## Quem somos

O IPT é um instituto vinculado à Secretaria de Desenvolvimento Econômico, Ciência e Tecnologia do Estado de São Paulo e há 113 anos vem colaborando para o processo de desenvolvimento do País.

Um dos maiores institutos de pesquisas do Brasil, o IPT conta com laboratórios capacitados e equipe de pesquisadores e técnicos altamente qualificados, atuando basicamente em quatro grandes áreas - inovação, pesquisa e desenvolvimento, serviços tecnológicos, desenvolvimento e apoio metrológico, informação e educação em tecnologia.

Atento às necessidades dos setores público e privado, provê soluções e serviços tecnológicos que visam aumentar a competitividade das empresas e promover a qualidade de vida.

Por meio de doze centros tecnológicos, atua de forma multidisciplinar, contemplando os mais diversos segmentos como energia, transportes, petróleo e gás, meio ambiente, construção civil, cidades e segurança.

Mais moderno e integrado, sintonizado com as oportunidades e demandas de desenvolvimento tecnológico e preparado para ser um elo qualificado entre universidades, centros de pesquisa e setor empresarial, o IPT mantém seu papel colaborativo no desenvolvimento do País.

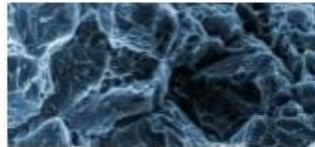


Edifício Adriano Marchini

## Centros Tecnológicos



**CNAVAL**  
Centro de Engenharia  
Naval e Oceânica



**CINTEQ**  
Centro de Integridade de  
Estruturas e Equipamentos



**CMF**  
Centro de Metrologia de  
Fluidos



**CMQ**  
Centro de Metrologia em  
Química



**CME**  
Centro de Metrologia  
Mecânica e Elétrica



**CIAM**  
Centro de Tecnologia da  
Informação, Automação e  
Mobilidade



**CT-OBRAS**  
Centro de Tecnologia de  
Obras de Infraestrutura



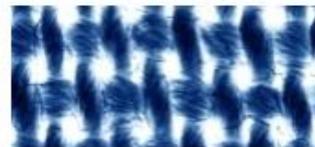
**CTPP**  
Centro de Tecnologia de  
Processos e Produtos



**CT-FLORESTA**  
Centro de Tecnologia de  
Recursos Florestais



**CETAE**  
Centro de Tecnologias  
Ambientais e Energéticas



**CETIM**  
Centro de Têxteis Técnicos  
e Manufaturados



**CETAC**  
Centro Tecnológico do  
Ambiente Construído

# Sobre o IPT

## Missão e Valores



### Missão

Criar e aplicar soluções tecnológicas para aumentar a competitividade das empresas e promover a qualidade de vida.

### Visão

Ser instituição líder nacional e atuar internacionalmente no desenvolvimento de tecnologias avançadas.

### Valores

integridade, ética, probidade, isenção, competência técnica e qualidade em procedimentos de busca contínua de melhoria.

# ipt

INSTITUTO DE  
PESQUISAS  
TECNOLÓGICAS



## **Objetivo:**

**“Avaliar a movimentação das pessoas dentro de Ginásios Poliesportivos (e Complexos Olímpicos) através de uma metodologia baseada em desempenho. Esta utiliza modelos computacionais que simulam o movimento das pessoas. Com esta avaliação será possível investigar alternativas capazes de otimizar a circulação de pessoas, sobretudo em termos de abandono e estudar a necessidade de eventuais mudanças estruturais e operacionais.”**

1. Planos de Abandono
2. Modelagem Computacional
3. Algumas aplicações
4. Considerações adicionais

# PLANOS DE ABANDONO



Fonte: <http://www.agenciaminas.mg.gov.br>

GINÁSIOS POLIESPORTIVOS => SISTEMAS DE INFORMAÇÕES

GINÁSIOS POLIESPORTIVOS => espaços construídos complexos

## COMPLEXIDADE:

- Grande Número de pessoas;
- Pessoas com perfis diferentes (i.e., não familiares com o espaço; oriundas de diferentes países e culturas etc.);
- Arquitetura diferente de uma edificação “convencional”.

# TEMPO

“EFICIÊNCIA NA MOVIMENTAÇÃO DOS USUÁRIOS”:

**ENTRAR => CIRCULAR => SAIR/ABANDONAR**

**SAIR:** em situações normais (de não emergência)

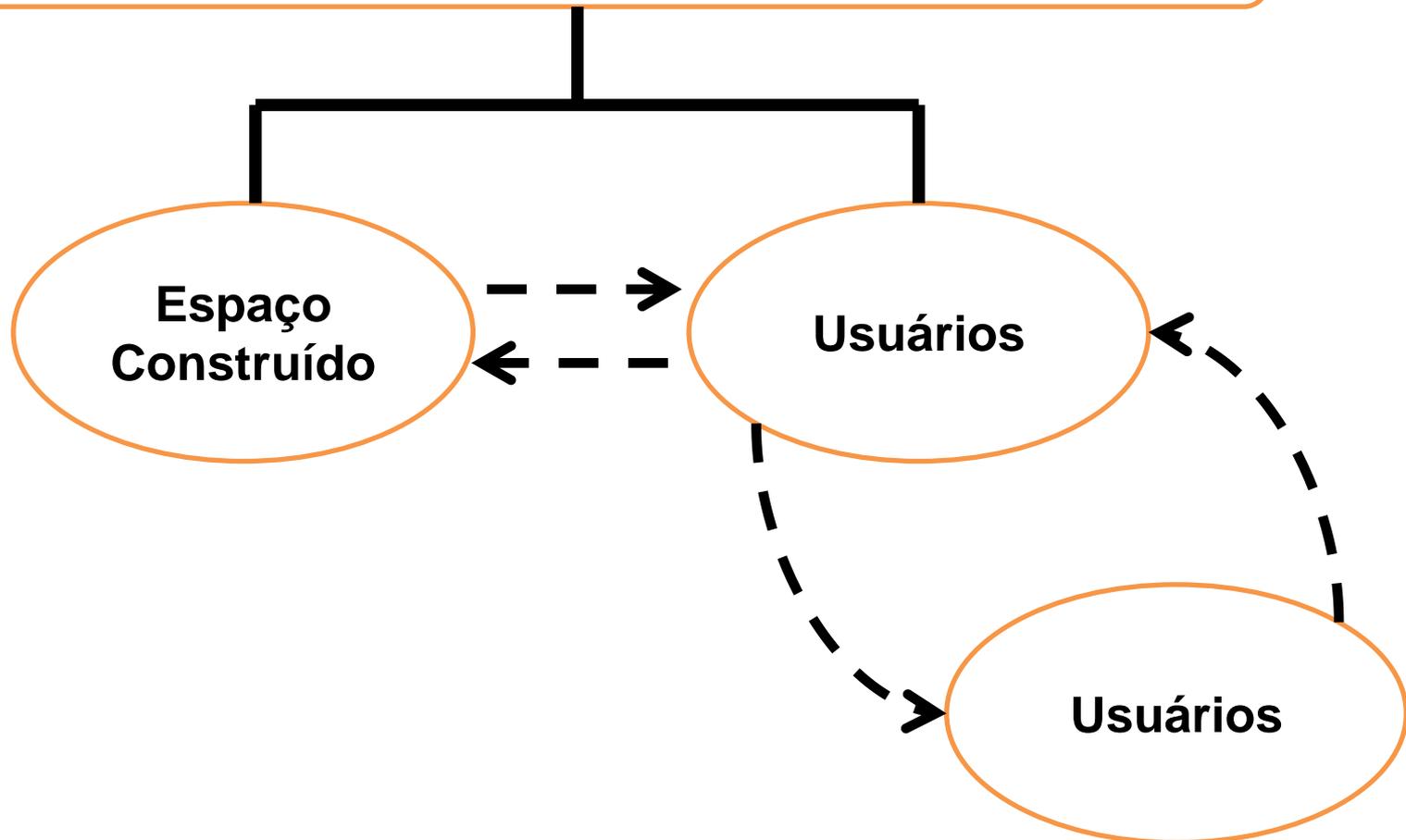
**ABANDONAR:** em situações de emergência

$$\text{TEMPO} = f(a, b, c, \dots n)$$

Essas variáveis resultam das seguintes relações:

- “ESPAÇO CONSTRUÍDO – USUÁRIO”
- “USUÁRIO – USUÁRIO”
- “USUÁRIO – ESTÍMULO EXTERNO”

## Segurança dos usuários em processos de abandono



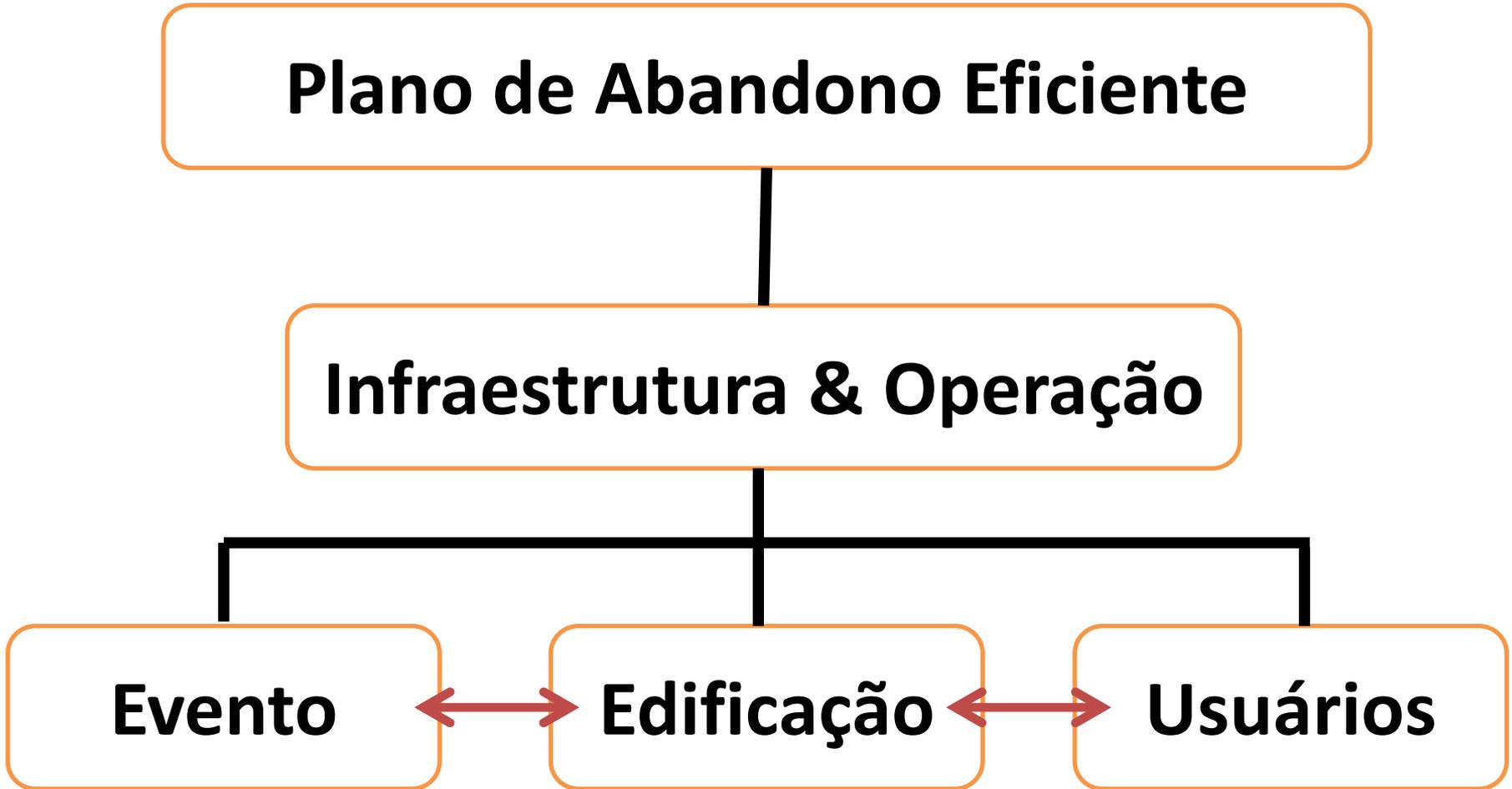
**Plano de Abandono Eficiente**

**Infraestrutura & Operação**

**Evento**

**Edificação**

**Usuários**



*Usuários = Partículas Autônomas*

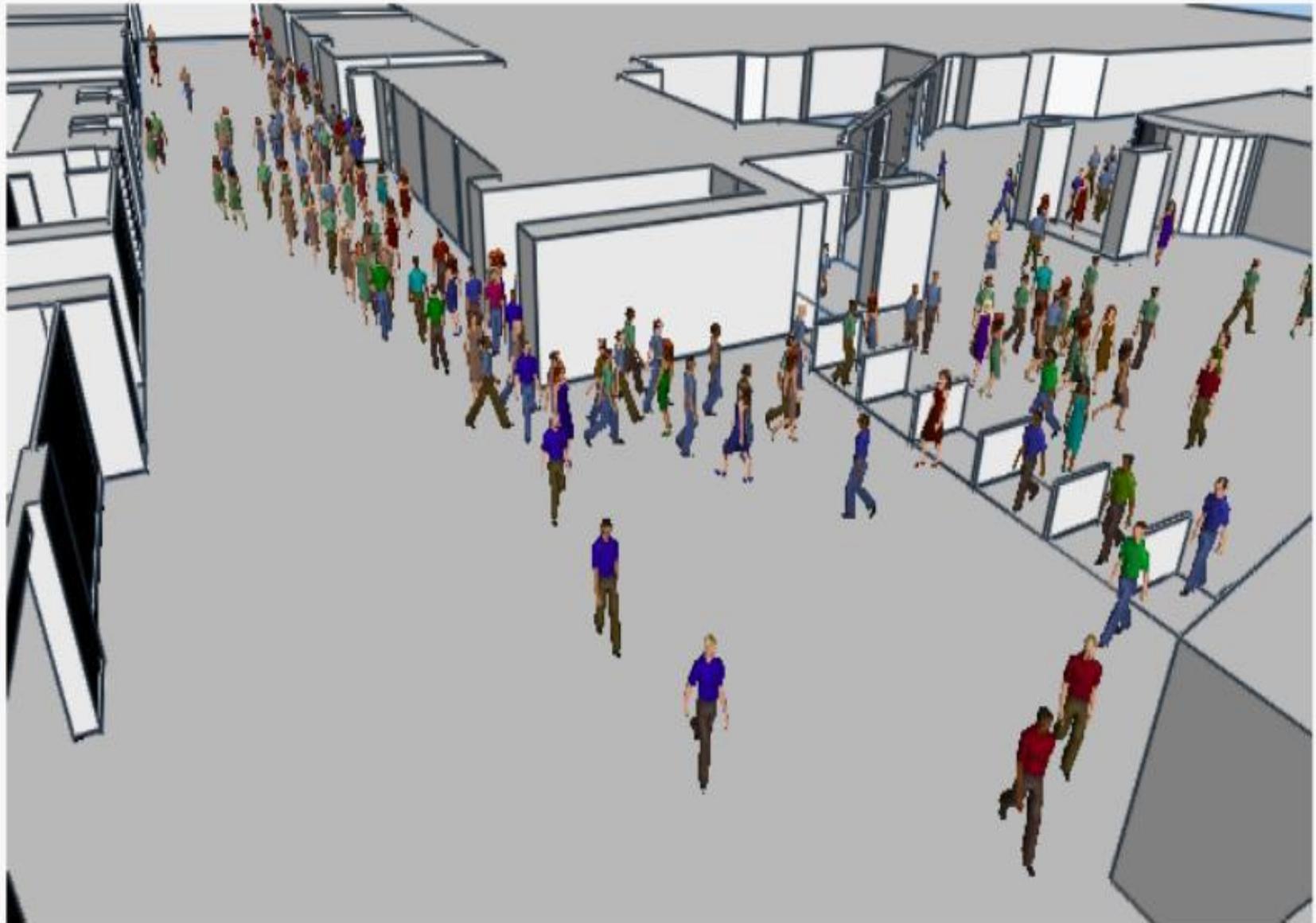
*Partículas “Não-Newtonianas” (não satisfazem as leis de Newton de movimento)*

*a) Ação  $\neq$  Reação*  
 *força => “psicológica”*

*b) Mudanças repentinas de direção durante o movimento (congestionamento; gargalos; decisões erradas; comportamento competitivo; pânico)*

**COMO AVALIAR ESSE  
DESEMPENHO?**

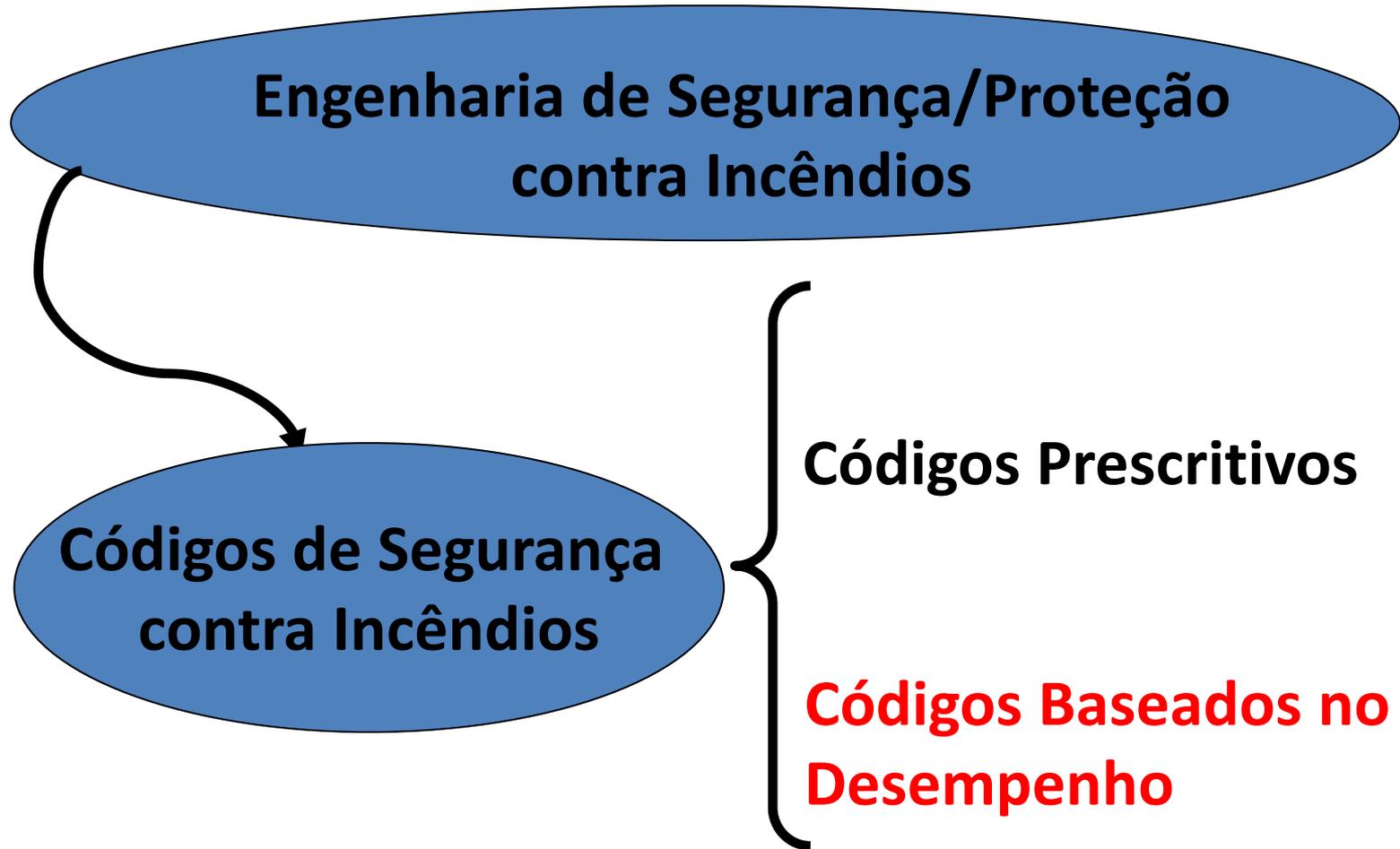
# MODELAGEM COMPUTACIONAL



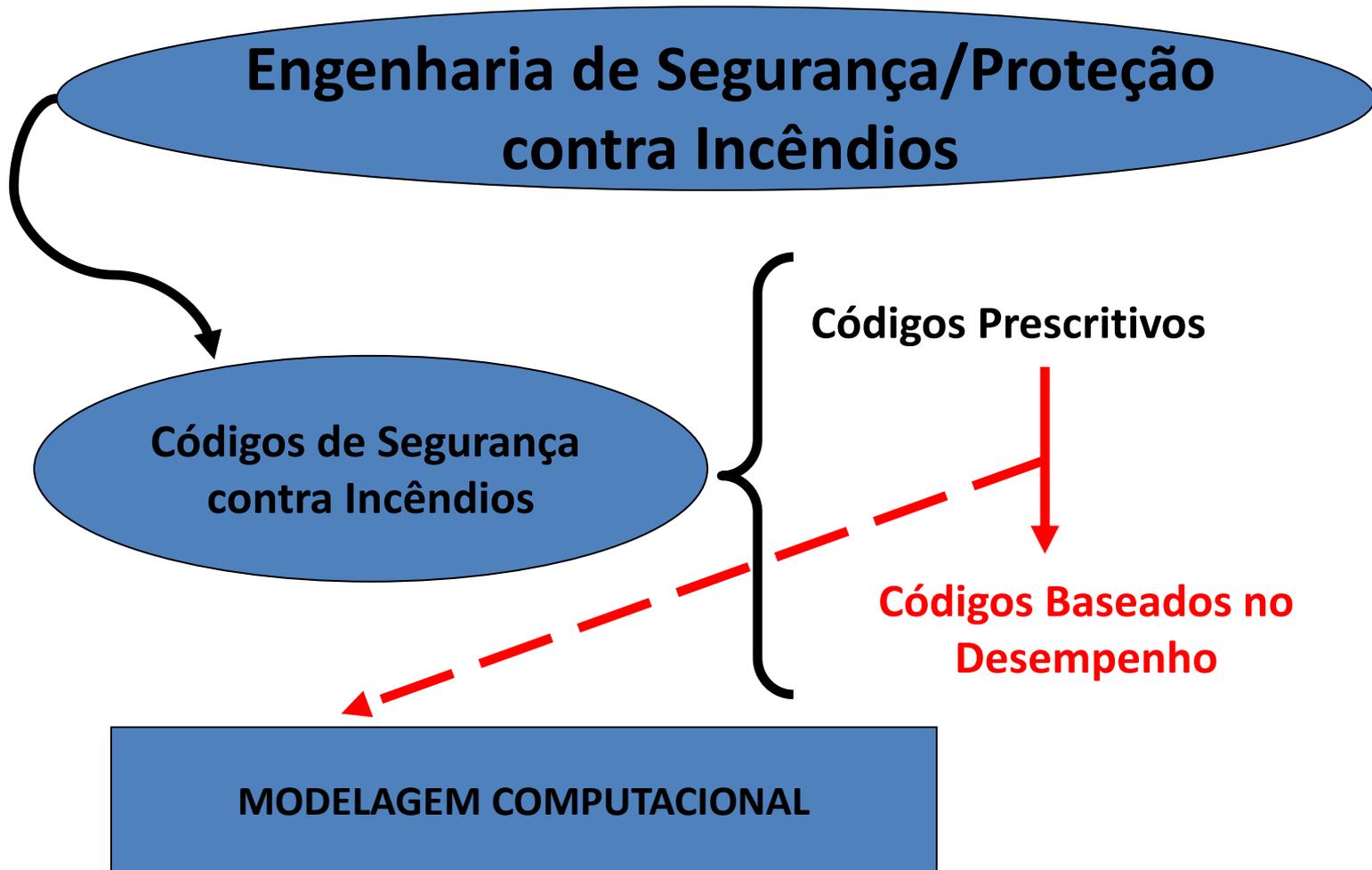
# MODELAGEM COMPUTACIONAL



# MODELAGEM COMPUTACIONAL



# MODELAGEM COMPUTACIONAL

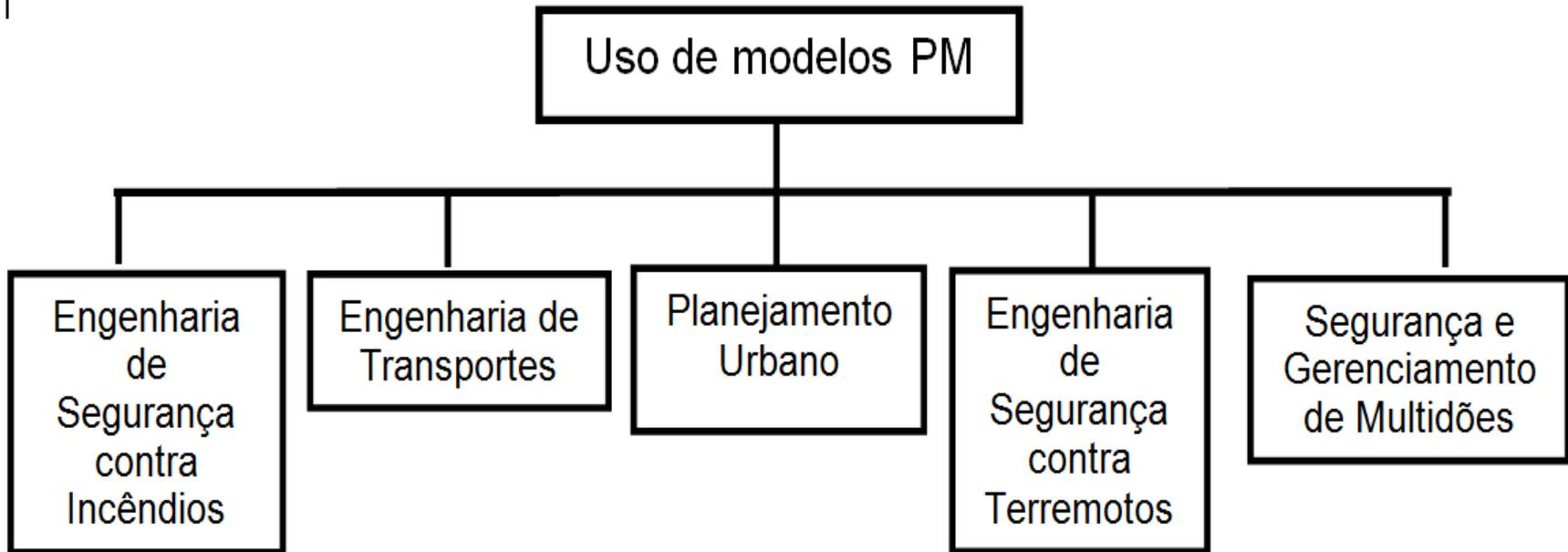


BS 7974:2001

*Application of fire safety engineering principles to the design of buildings. Code of practice*

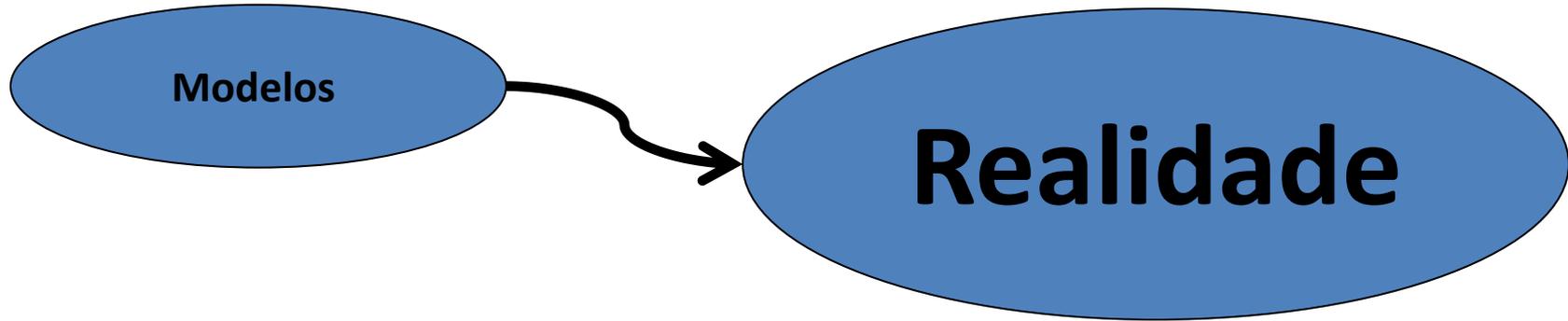
# MODELAGEM COMPUTACIONAL

*Evacuation models; pedestrian models;*  
**PEOPLE MOVEMENT (PM) models**



**Figura 1: Exemplos de algumas áreas de aplicação de modelos PM**

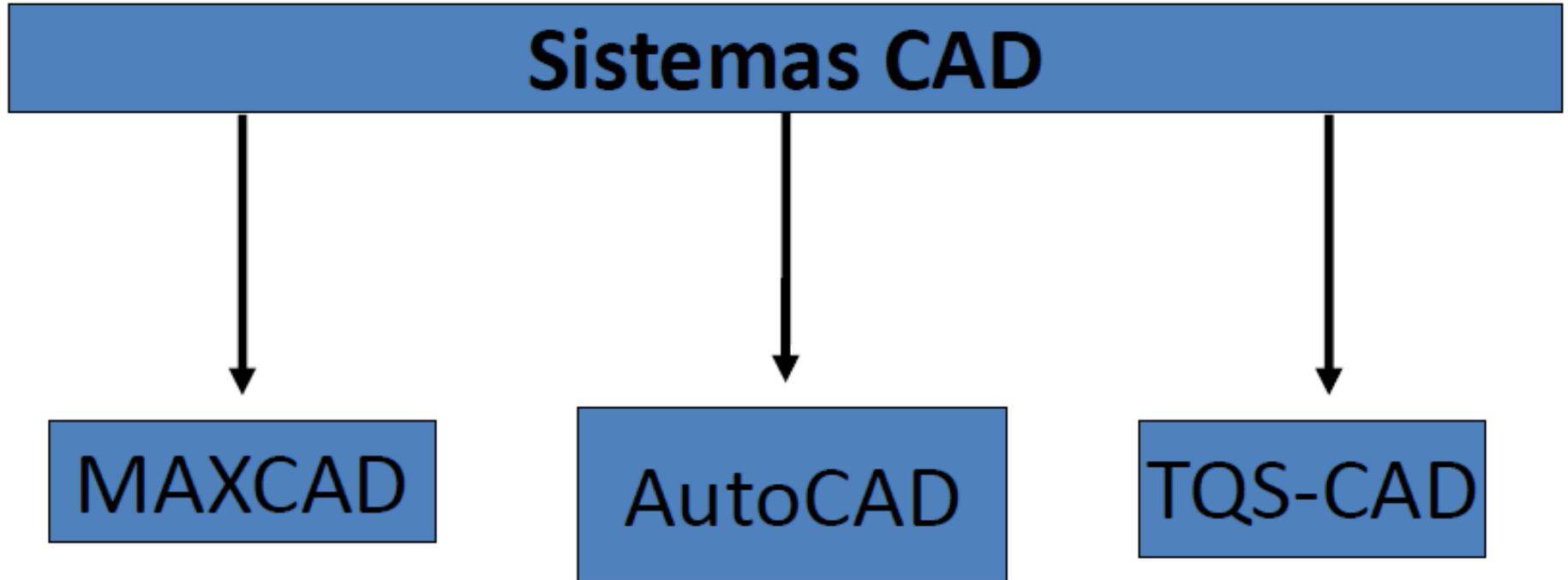
Ajudam na compreensão de como as pessoas se movem (quer seja em espaços abertos ou confinados) sob situações de emergência ou não-emergência



**Realidade**

Modelo





**CAD: Computer-Aided Design**

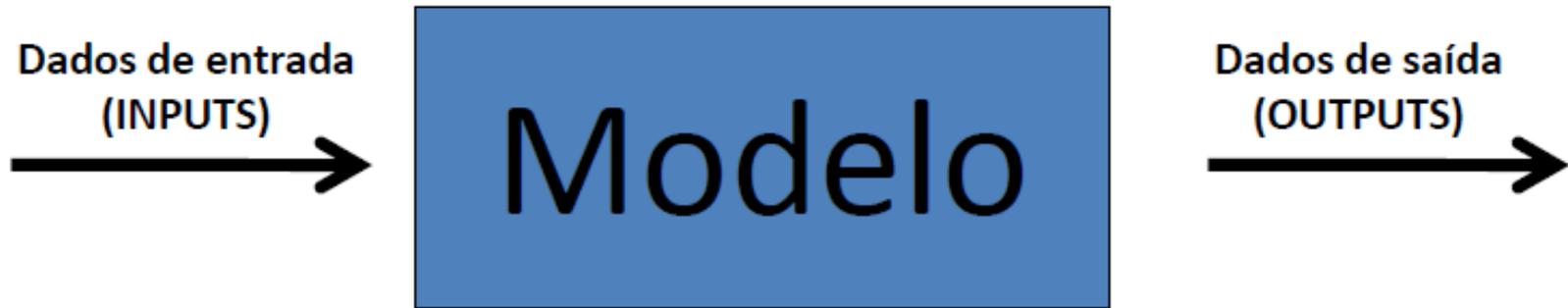
# MODELAGEM COMPUTACIONAL



# MODELAGEM COMPUTACIONAL



# MODELAGEM COMPUTACIONAL



# ALGUMAS APLICAÇÕES

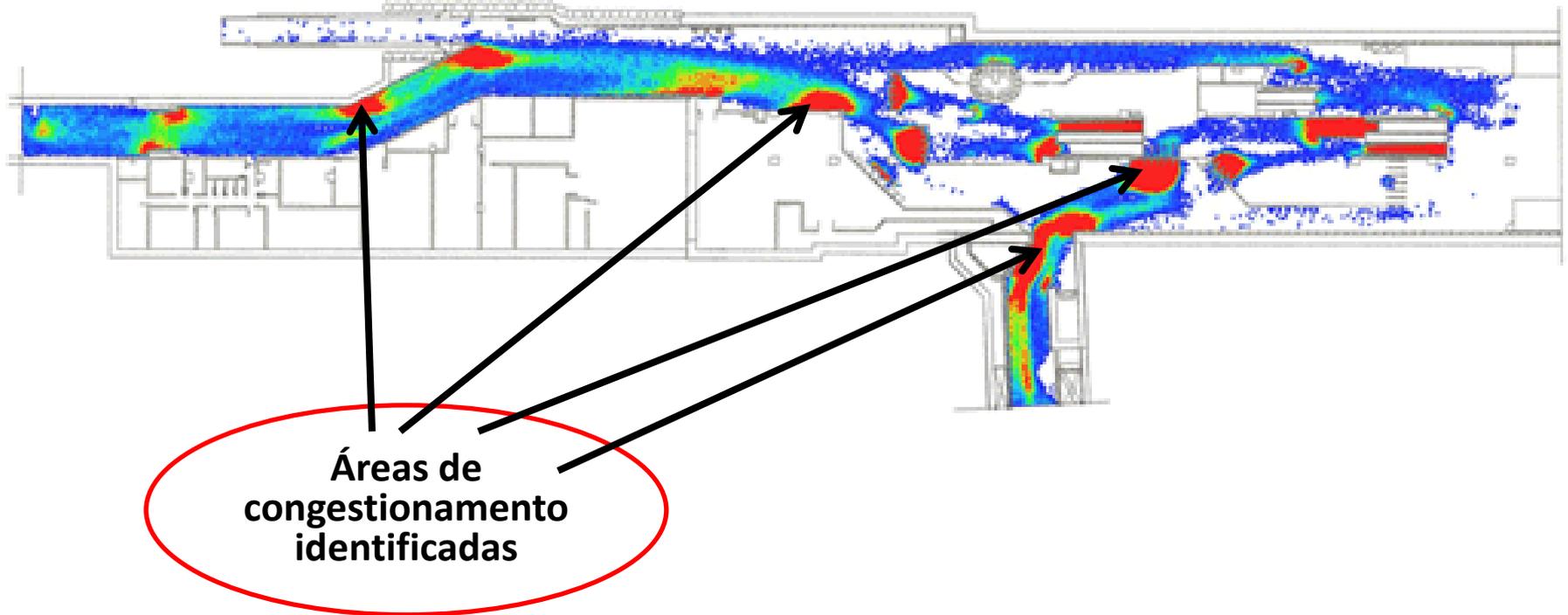
## Projeto 1: Estação de Metrô



# ALGUMAS APLICAÇÕES

## Projeto 1: Estação de Metrô

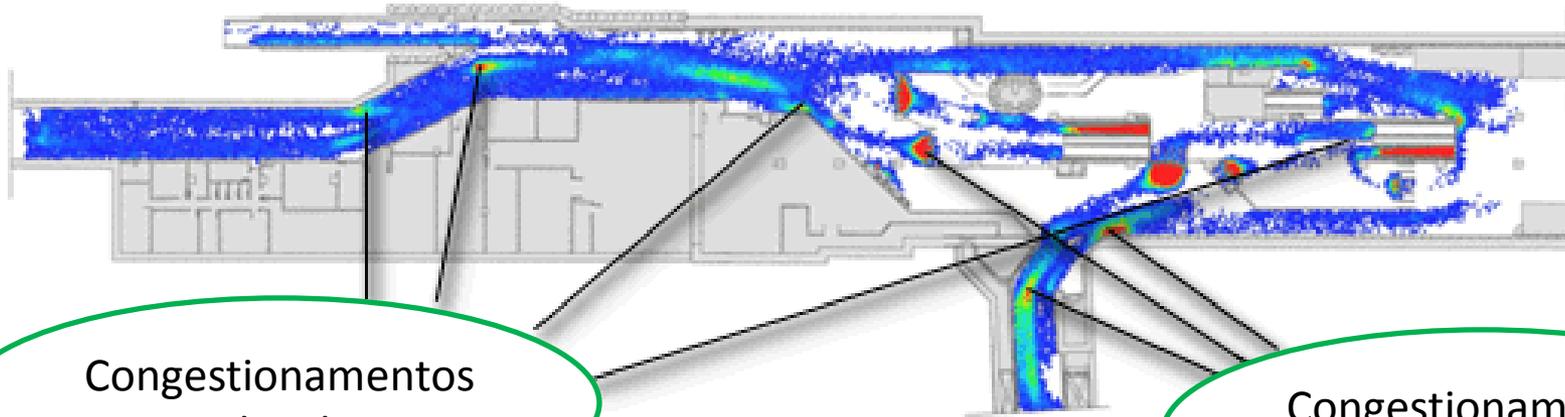
Propósito: Identificar e eliminar/reduzir os congestionamentos



# ALGUMAS APLICAÇÕES

## Projeto 1: Estação de Metrô

**Propósito: Identificar e eliminar/reduzir os congestionamentos**



Congestionamentos  
reduzidos

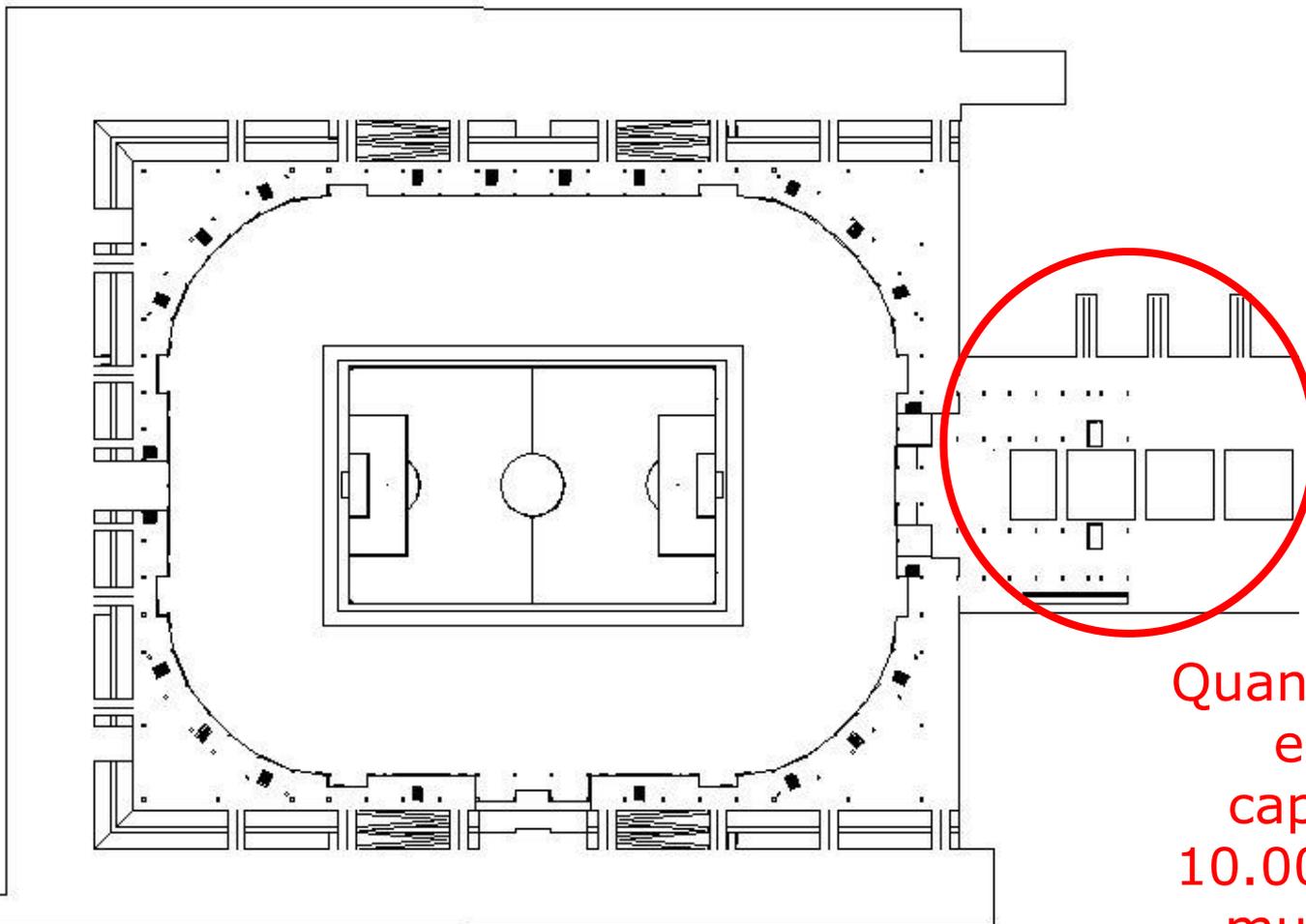
Congestionamentos  
reduzidos

**Simple mudanças**

- Retirada de “obstáculos” (e.g., máquinas; barreiras);
- “Suavizada” nas quinas;
- Colocação de cavaletes direcionadores;
- Orientadores em pontos estratégicos.

# ALGUMAS APLICAÇÕES

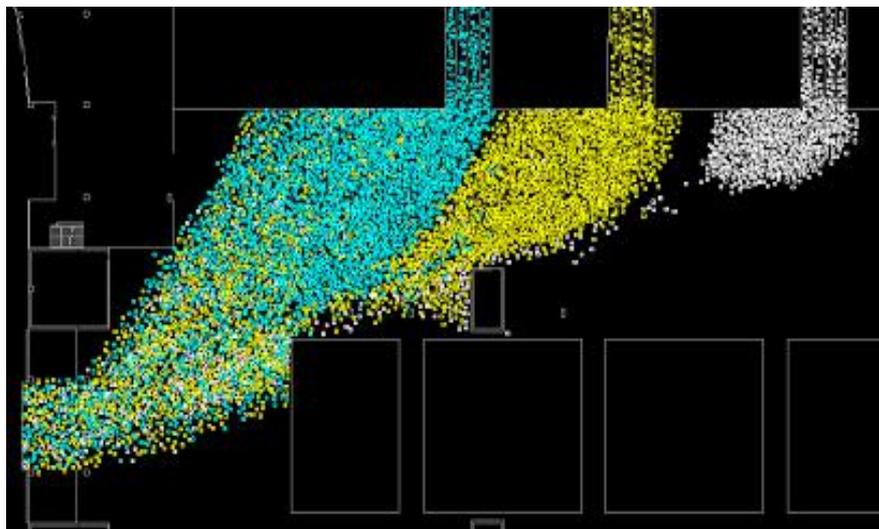
## Projeto 2: Estádio de Futebol



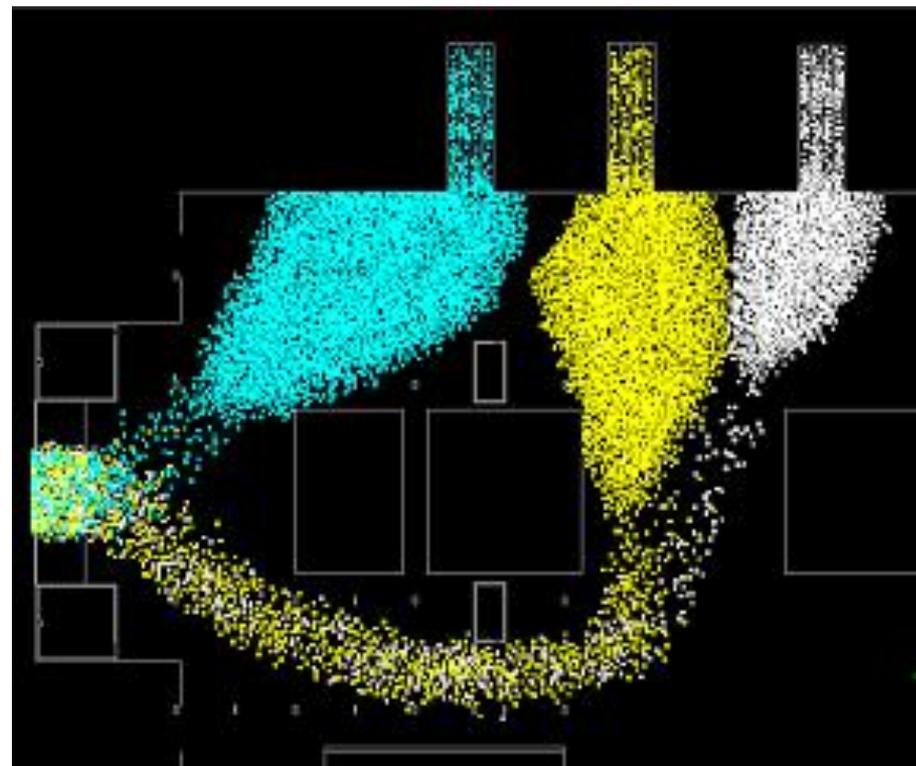
Quando projetado, o estádio, com capacidade para 10.000 pessoas, era muito próximo à Estação de Trem.

# ALGUMAS APLICAÇÕES

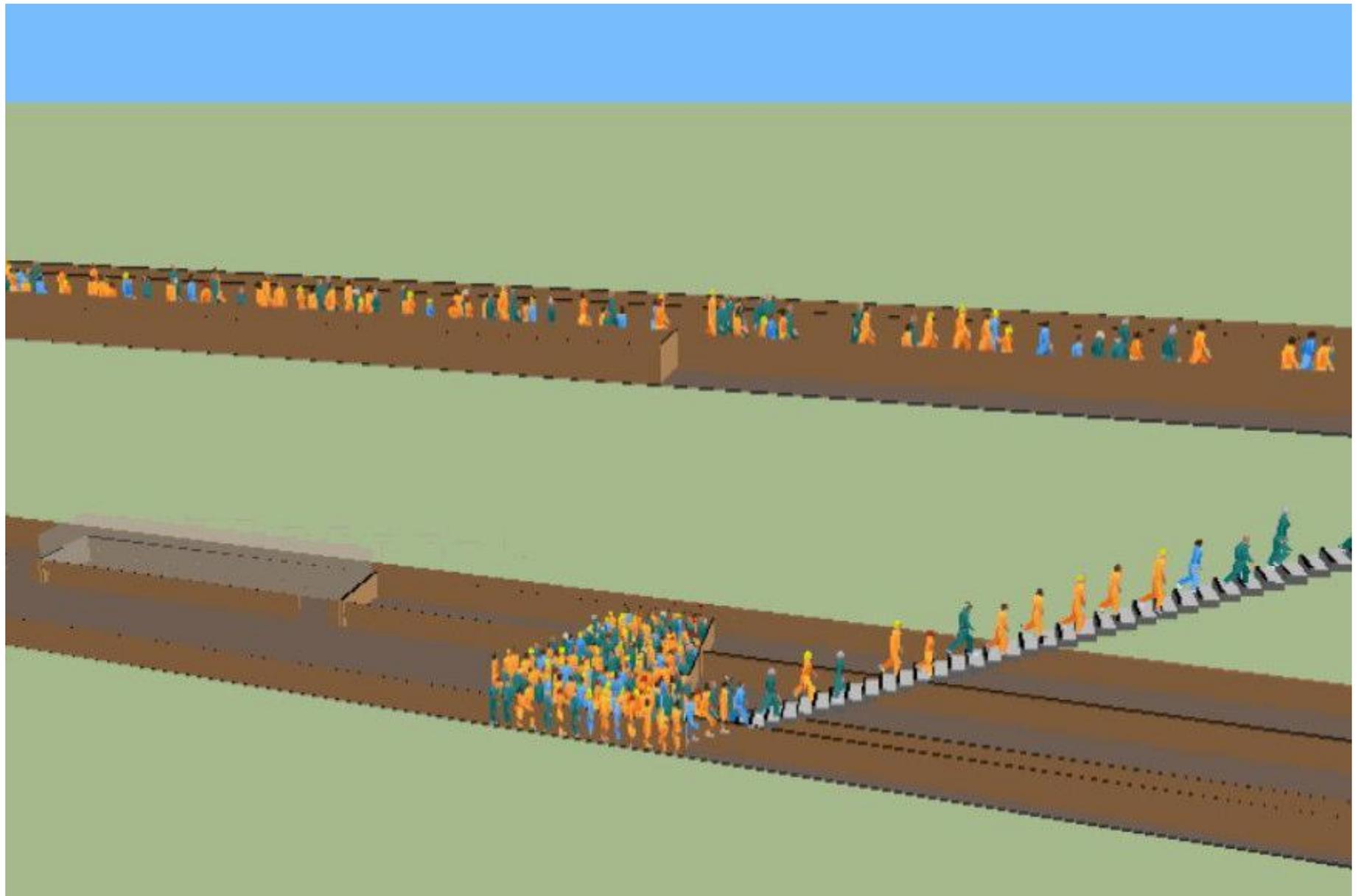
## Projeto 2: Estádio de Futebol



A multidão desorganizada  
levaria cerca de 45 minutos  
para se dispersar.



A multidão organizada  
passou a levar cerca de 25  
minutos para se dispersar.



# CONSIDERAÇÕES ADICIONAIS

- Este tipo de análise permite calcular índices físicos (tempos totais e parciais de abandono; fluxos de pessoas; taxas de congestionamento) e visualizar em 2D ou 3D o espaço ocupado pelos usuários
- Os índices e visualizações dão suporte à avaliação do desempenho da movimentação das pessoas e auxiliam no desenvolvimento de Planos de Abandono mais eficientes
- A eficiência destes Planos pode ser obtida por meio de pequenas mudanças no leiaute (colocação de barreiras ou cavaletes; sinalização etc.) e/ou mudanças operacionais (treinamento de equipe de apoio; mensagens audiovisuais etc.)

**Grato!**

[rodrigomt@ipt.br](mailto:rodrigomt@ipt.br)