3778

Data Science

SMART-CDSS: Apoio à Prescrição de Antibióticos usando Machine Learning em Dados Populacionais de Resistência Microbiana.

Ciência de dados na 3778

Features

Equipe Multidisciplinar
- Cientistas, Engenheiros e Médicos

Pesquisa
- Visão Computacional
- Busca Semântica

Parcerias
- InRAD - HC/USP
- Universidade Federal de Santa Catarina
- Hospital Sírio Libanês
- Fiocruz

Diversidade
- Afrodev

Ciência de dados na 3778

Áreas de Atuação

Classificação e Regressão:
• Predição de condições clínicas de pacientes;

Pesquisa Operacional
• Alocação e agendamento de equipes assistenciais;

Análise Atuarial
• Análise de modelos de remuneração em saúde;

NLP
• Reconhecimento de entidades em documentos clínicos;
• Identificação de códigos de doenças em texto livre
* Artigo aceito na BRACIS 2020

Equipe do Projeto

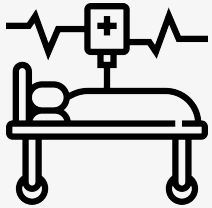
Marcelo Pillonetto
UFPR

Rogério Miorando
UFSC

Ricardo Giglio
3778

Robson Zagre Jr.
3778

Evento



Ocorrência Médica

→

Informações

→

Análise por um Médico

→

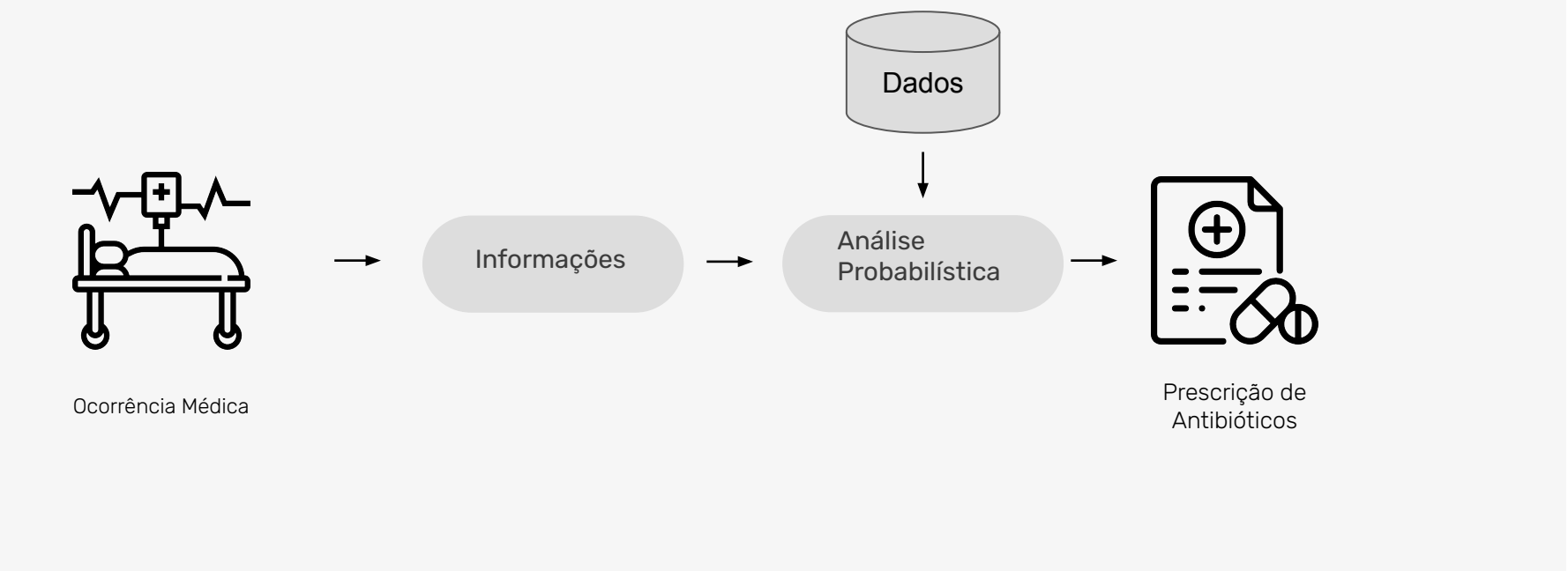
Prescrição de Antibióticos

Motivação

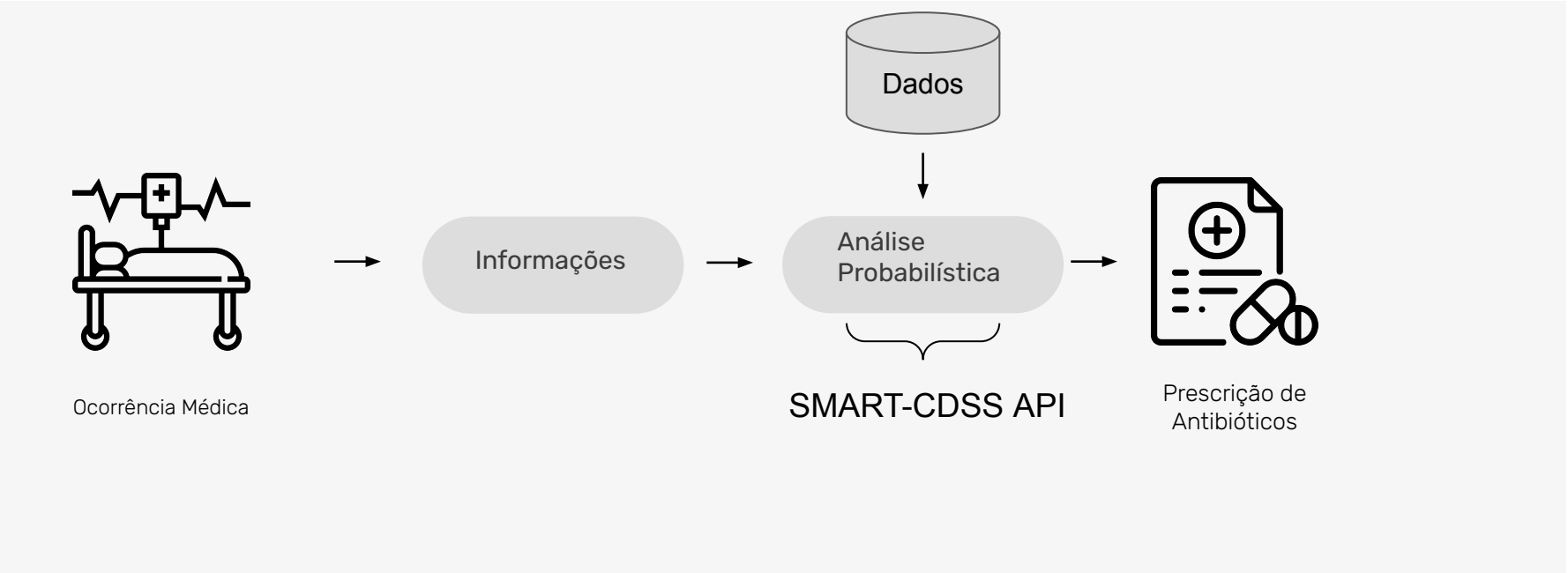
Motivação

Motivação

Pipeline de recomendação



Pipeline de recomendação

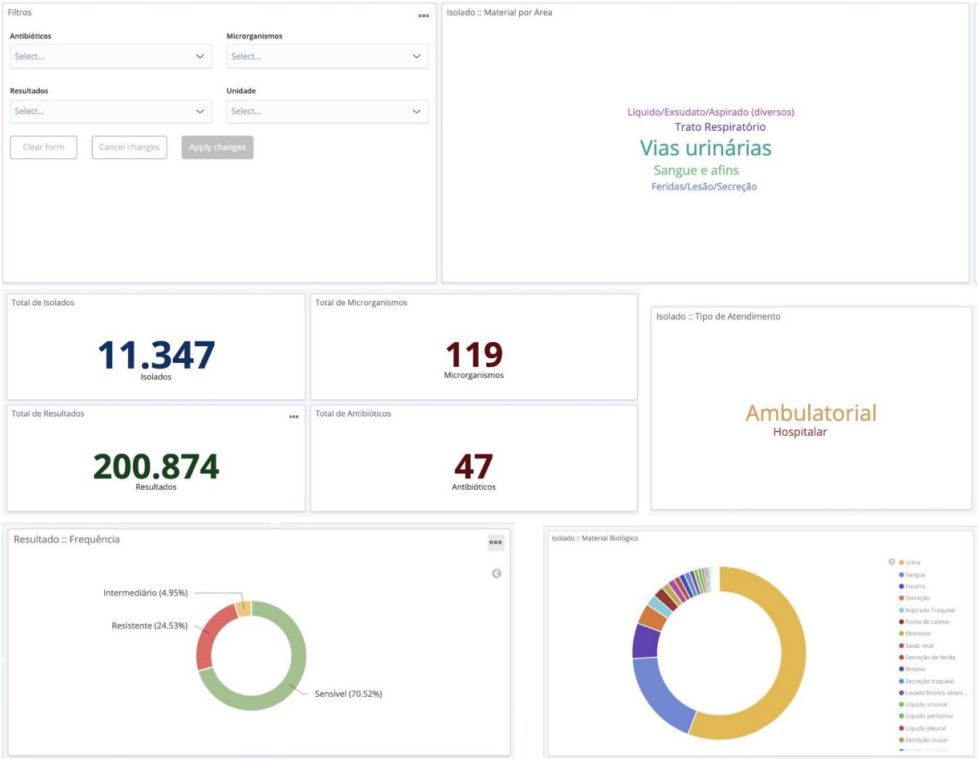


BRGlass

Global Antimicrobial Resistance and Use Surveillance System (GLASS)

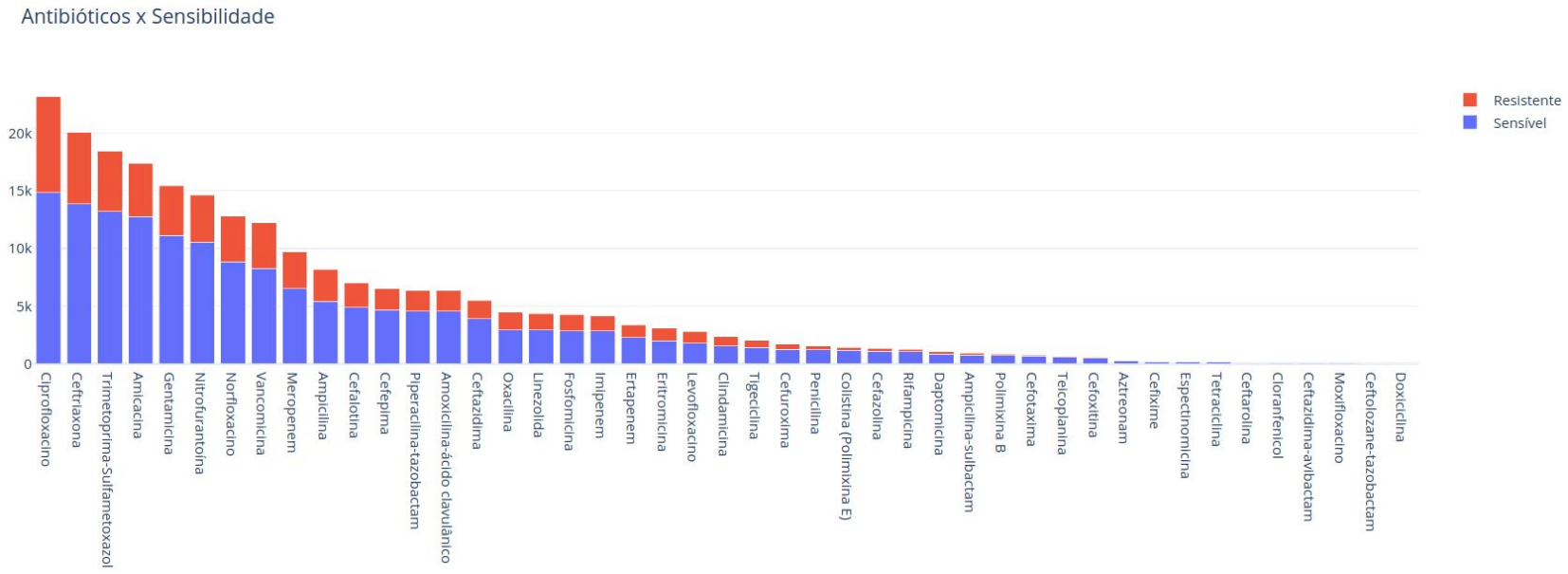
Font:who.int/initiatives/glass

BRGlass



Pillonetto, Marcelo & Jordão, Regiane & Andraus, Gabriel & Bergamo, Ricardo & Rocha, Fabiano & Onishi, Mayara & Almeida, Bernardo & Nogueira, Keite & Lin, Amanda & Dias, Viviane Maria De Carvalho Hessel Dias & Abreu, André. (2021). The Experience of Implementing a National Antimicrobial Resistance Surveillance System in Brazil. Frontiers in Public Health. 8. 10.3389/fpubh.2020.575536.

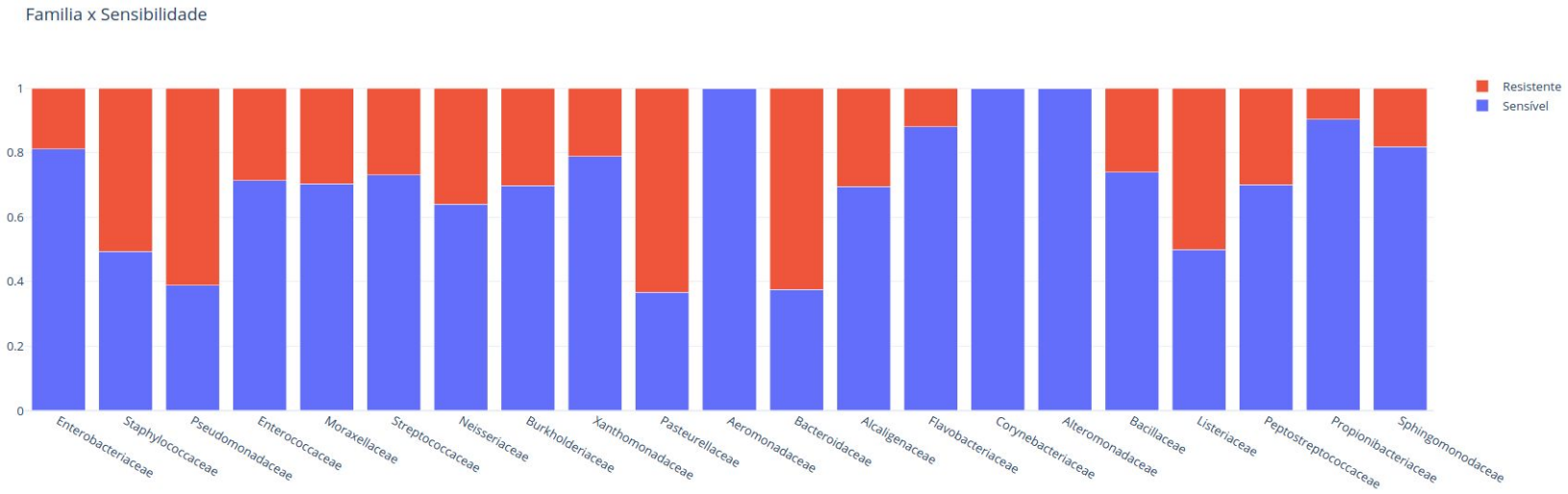
BRGlass


Antibióticos x Sensibilidade
Resistente
Sensível
20k
15k
10k
5k
0
Ciprofloxacino
Ceftriaxona
Trimetoprima-Sulfametoxazol
Amicacina
Gentamicina
Nitrofurantoína
Norfloxacino
Vancomicina
Meropenem
Ampicilina
Cefalotina
Cefepima
Piperacilina-tazobactam
Amoxicilina-ácido clavulânico
Ceftazidima
Oxacilina
Linezolida
Fosfomicina
Imipenem
Ertapenem
Eritromicina
Levofloxacino
Clindamicina
Tigeciclina
Cefuroxima
Penicilina
Colistina (Polimixina E)
Cefazolina
Rifampicina
Daptomicina
Ampicilina-sulbactam
Polimixina B
Cefotaxima
Teicoplanina
Cefoxitina
Aztreonam
Cefixime
Espectinomicina
Tetraciclina
Ceftarolina
Cloranfenicol
Ceftazidima-avibactam
Moxifloxacino
Ceftolozane-tazobactam
Doxiciclina

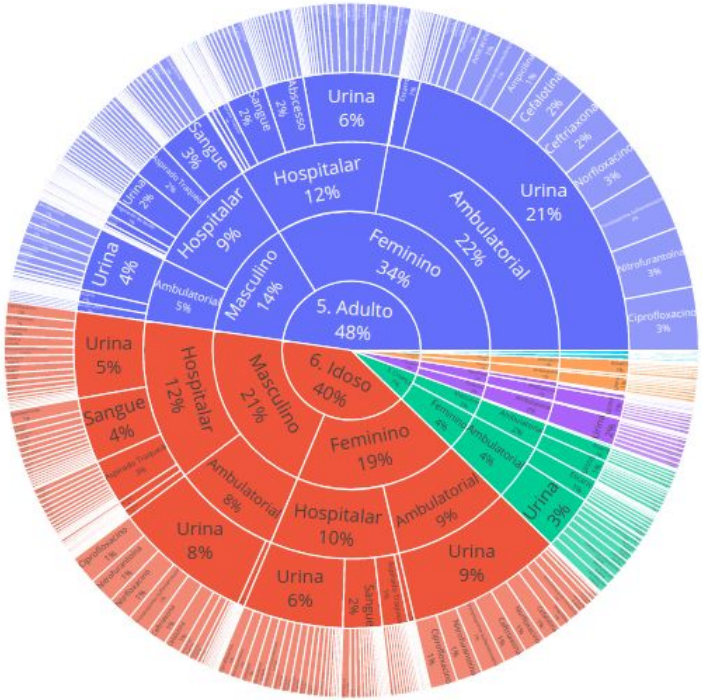
BRGlass

Grupo x Sensibilidade
1
0.8
0.6
0.4
0.2
0
GRAM Negativo
GRAM Positivo
Resistente
Sensível

BRGlass


Familia x Sensibilidade
Resistente
Sensível
1
0.8
0.6
0.4
0.2
0
Enterobacteriaceae
Staphylococcaceae
Pseudomonadaceae
Enterococcaceae
Moraxellaceae
Streptococcaceae
Neisseriaceae
Burkholderiaceae
Xanthomonadaceae
Pasteurellaceae
Aeromonadaceae
Bacteroidaceae
Alcaligenaceae
Flavobacteriaceae
Corynebacteriaceae
Alteromonadaceae
Bacillaceae
Listeriaceae
Peptostreptococcaceae
Propionibacteriaceae
Sphingomonodaceae

BRGlass


5. Adulto
48%
Feminino
34%
Masculino
14%
Ambulatorial
22%
Hospitalar
12%
Urina
21%
Urina
6%
Sangue
2%
Morcego
2%
Hospitalar
9%
Sangue
3%
Urina
2%
Urina
4%
Ambulatorial
5%
Cefotoxima
2%
Ceftriaxona
2%
Norfloxacina
3%
Nitrofurantoína
3%
Ciprofloxacina
3%
6. Idoso
40%
Feminino
19%
Masculino
21%
Hospitalar
12%
Urina
5%
Sangue
4%
Ambulatorial
8%
Urina
8%
Hospitalar
10%
Urina
6%
Sangue
2%
Ambulatorial
9%
Urina
9%
Ambulatorial
4%
Urina
3%

Ocorrência Médica

Dados

Ambulatoriais

- Idade
- Sexo
- Origem
- Área afetada

Dados

Ambulatoriais

- Idade
- Sexo
- Origem
- Área afetada

Laboratoriais

- Grupo da Bactéria
- Família da Bactéria
- Gênero da Bactéria

Dados

Ambulatoriais

- Idade
- Sexo
- Origem
- Área afetada

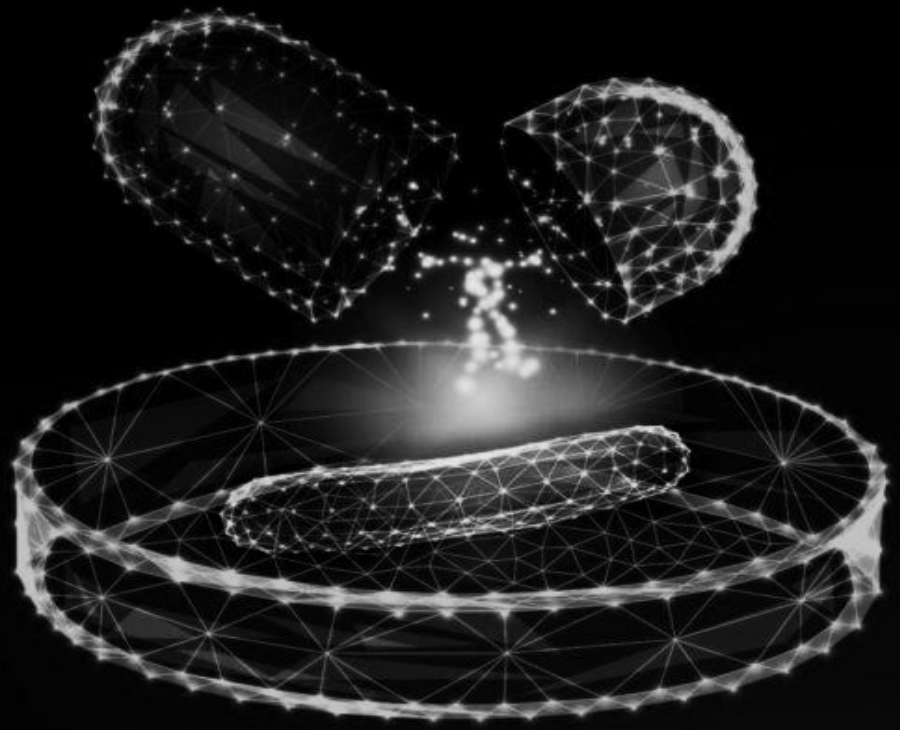
Laboratoriais

- Grupo da Bactéria
- Família da Bactéria
- Gênero da Bactéria

Restrições

- Alergias
- Via de administração
- Diabetes
- Gestante
- Lactente
- Função Renal
- Risco de Sepse

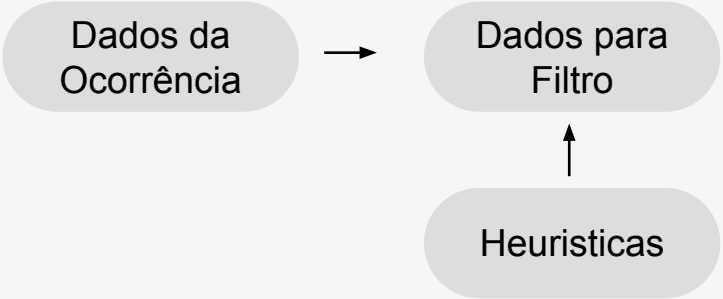
Smart-CDSS API: Recomendação de Antibióticos



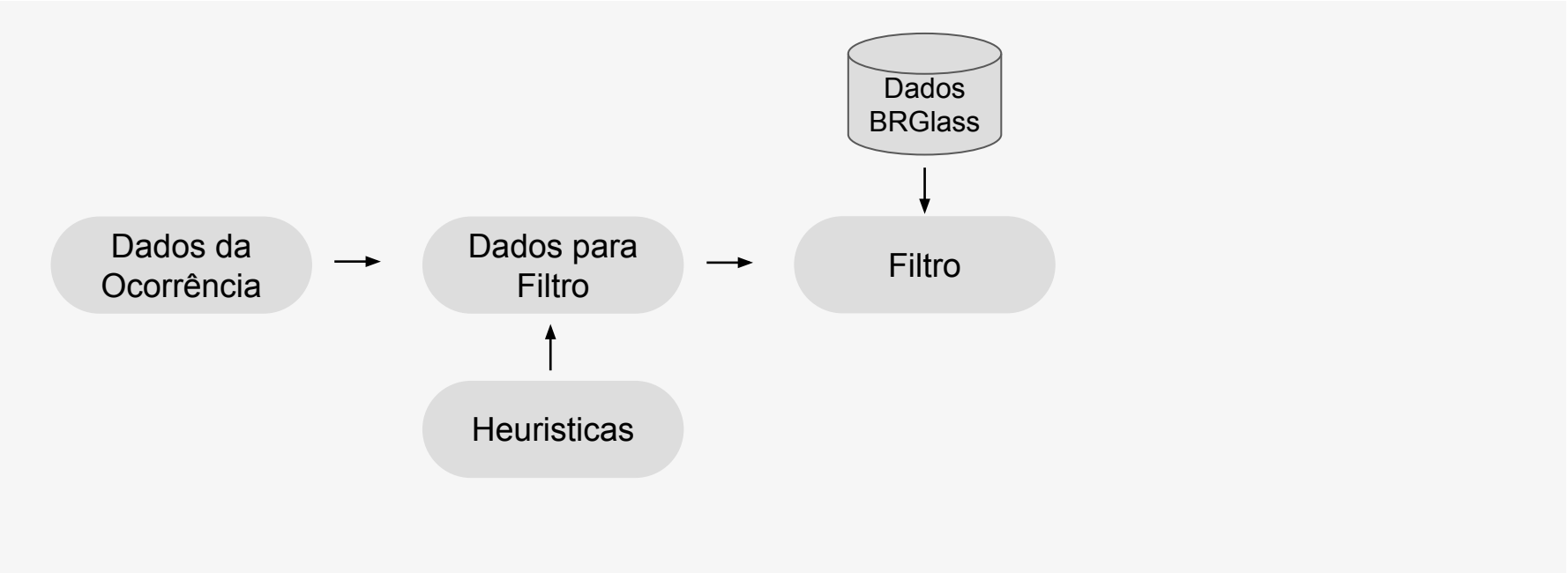
Filtro

Dados da Ocorrência

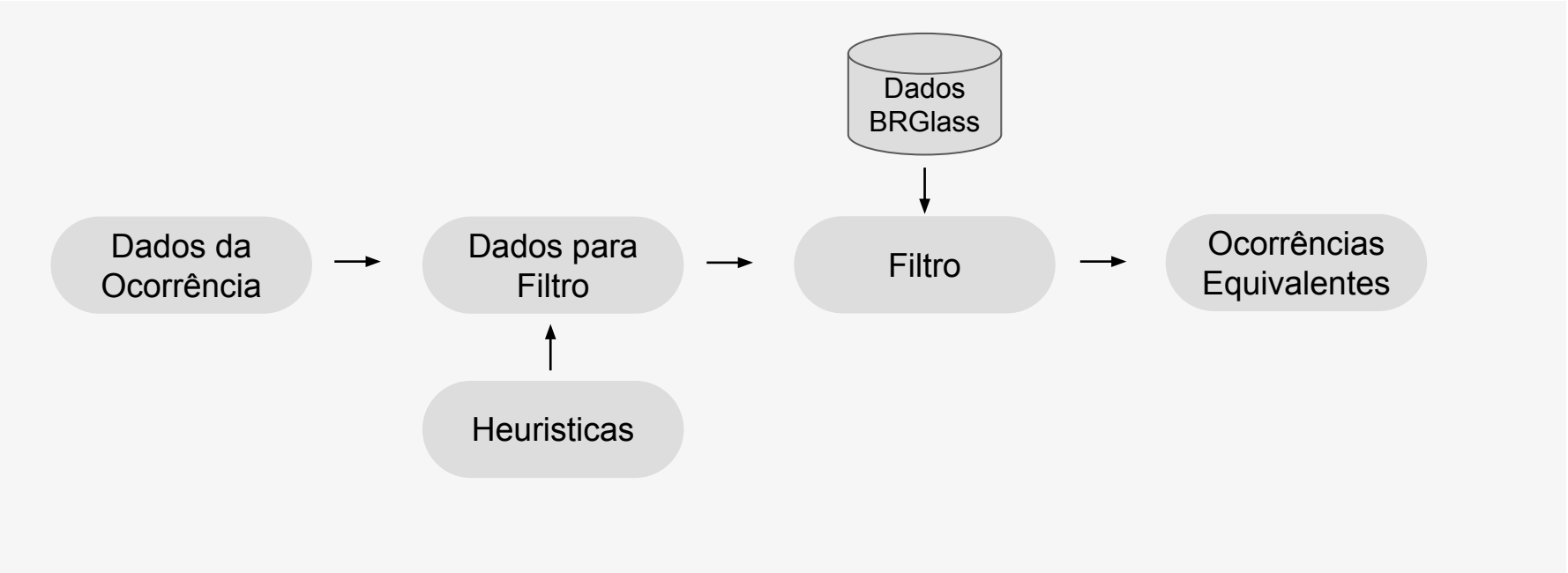
Filtro



Filtro


Dados BRGlass
Dados da Ocorrência
Dados para Filtro
Filtro
Heuristicas

Filtro


Dados BRGlass
Dados da Ocorrência
Dados para Filtro
Filtro
Ocorrências Equivalentes
Heuristicas

Estimativa por Antibiótico

Ocorrências Equivalentes

Estimativa por Antibiótico

Ocorrências Equivalentes → Antibióticos Utilizados

Estimativa por Antibiótico

Ocorrências Equivalentes → Antibióticos Utilizados → > Amostra Mínima

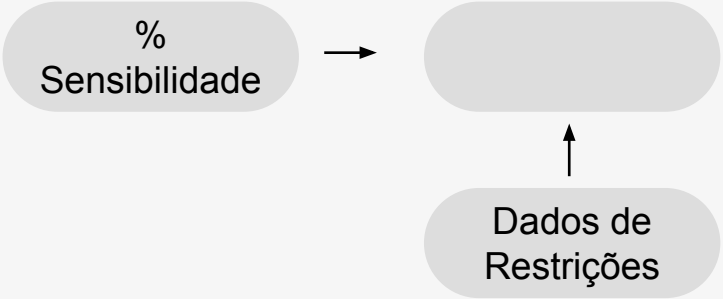
Estimativa por Antibiótico

Ocorrências Equivalentes → Antibióticos Utilizados → > Amostra Mínima → % Sensibilidade

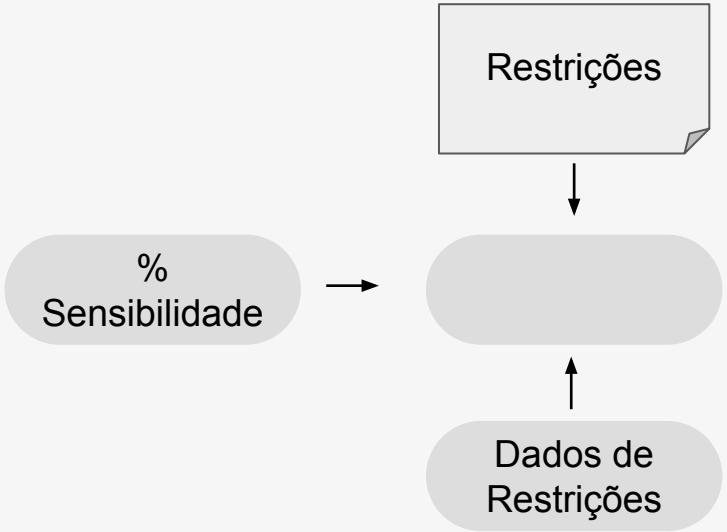
Aplicando Restrições

%
Sensibilidade

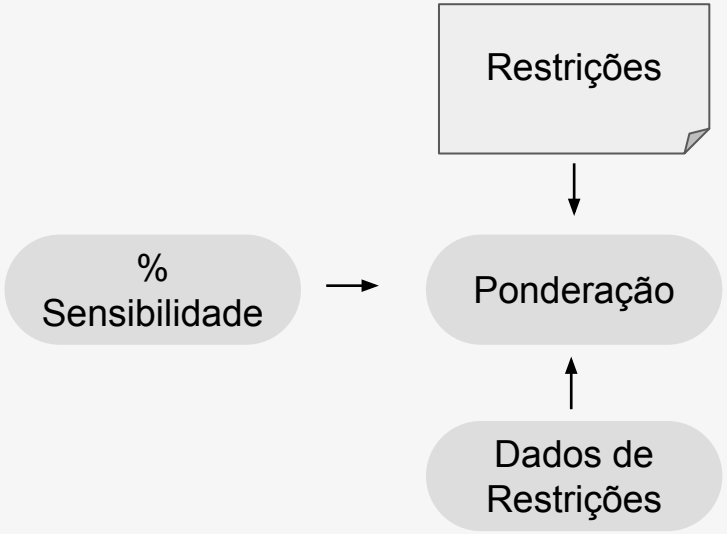
Aplicando Restrições



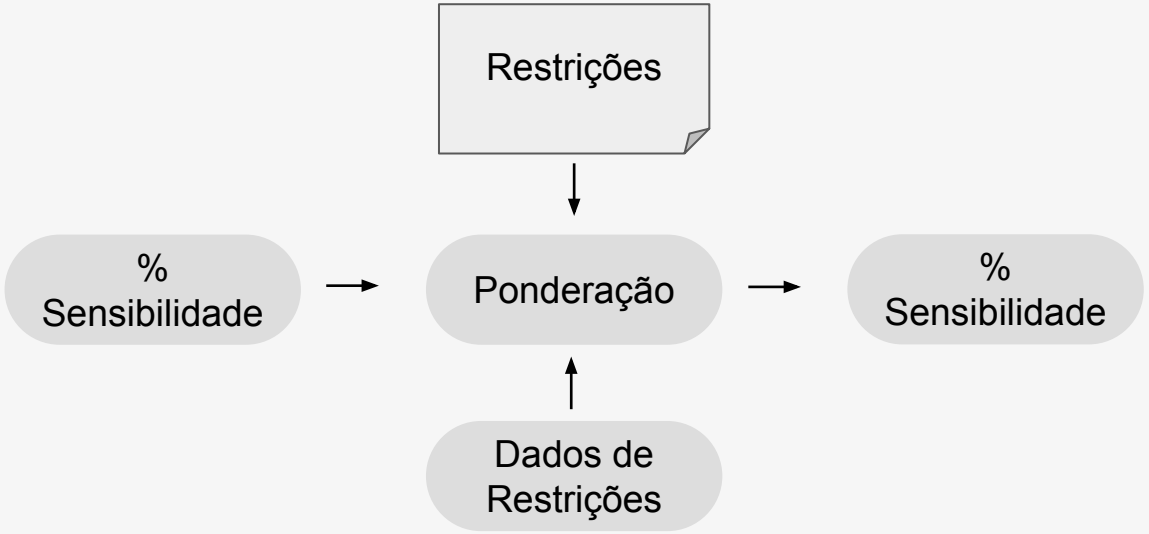
Aplicando Restrições



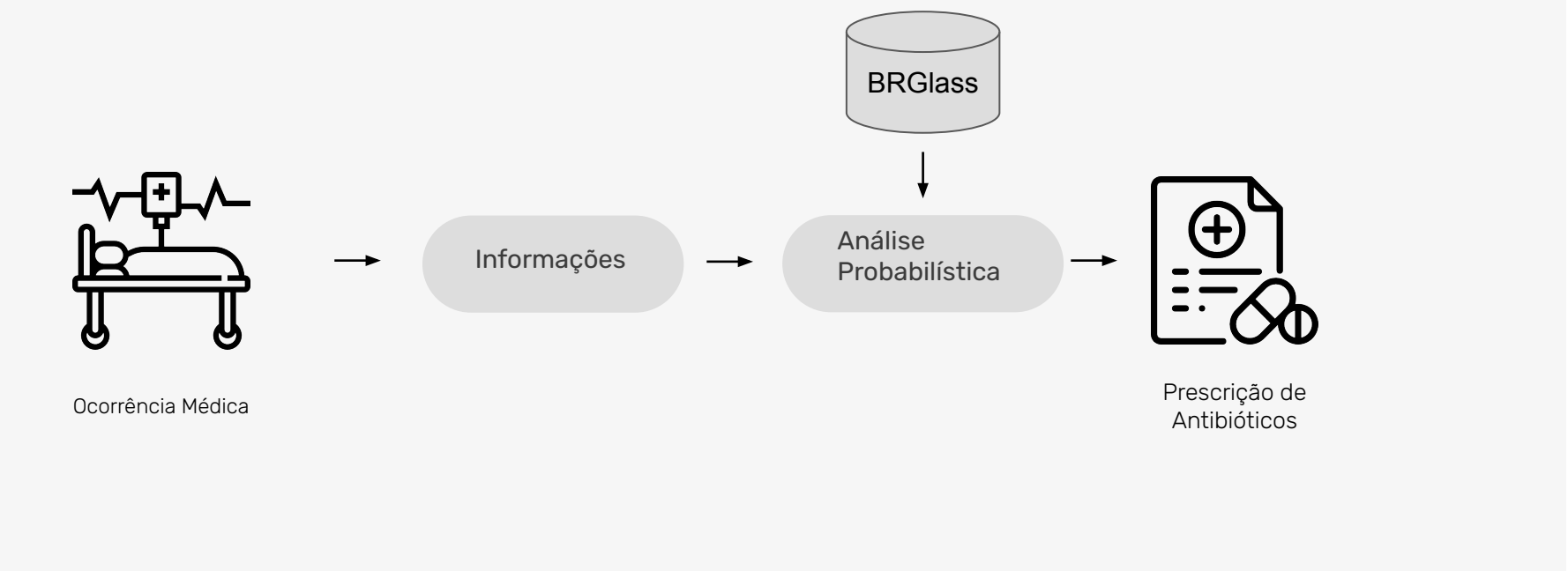
Aplicando Restrições



Aplicando Restrições



Recapitulando



Melhorias da Recomendação

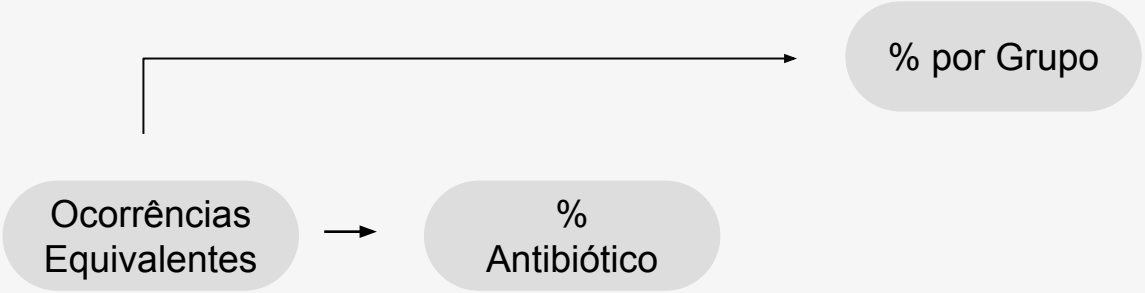
- Ponderação por Granularidade
- Surrogates
- Cálculo por Sepse

Ponderação com Granularidade

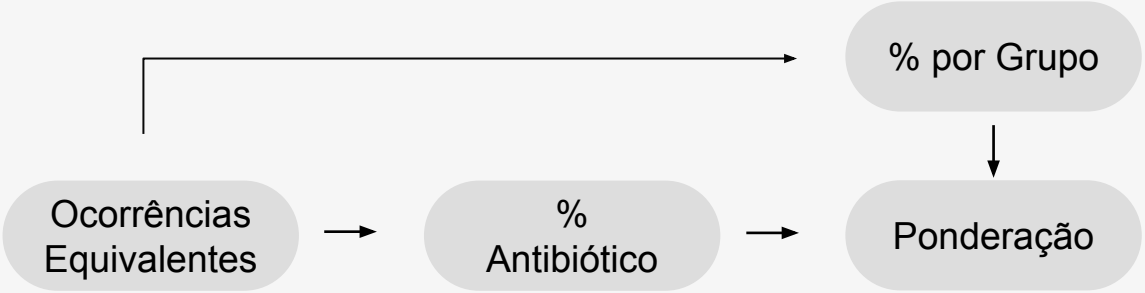
Ocorrências Equivalentes

Ponderação com Granularidade

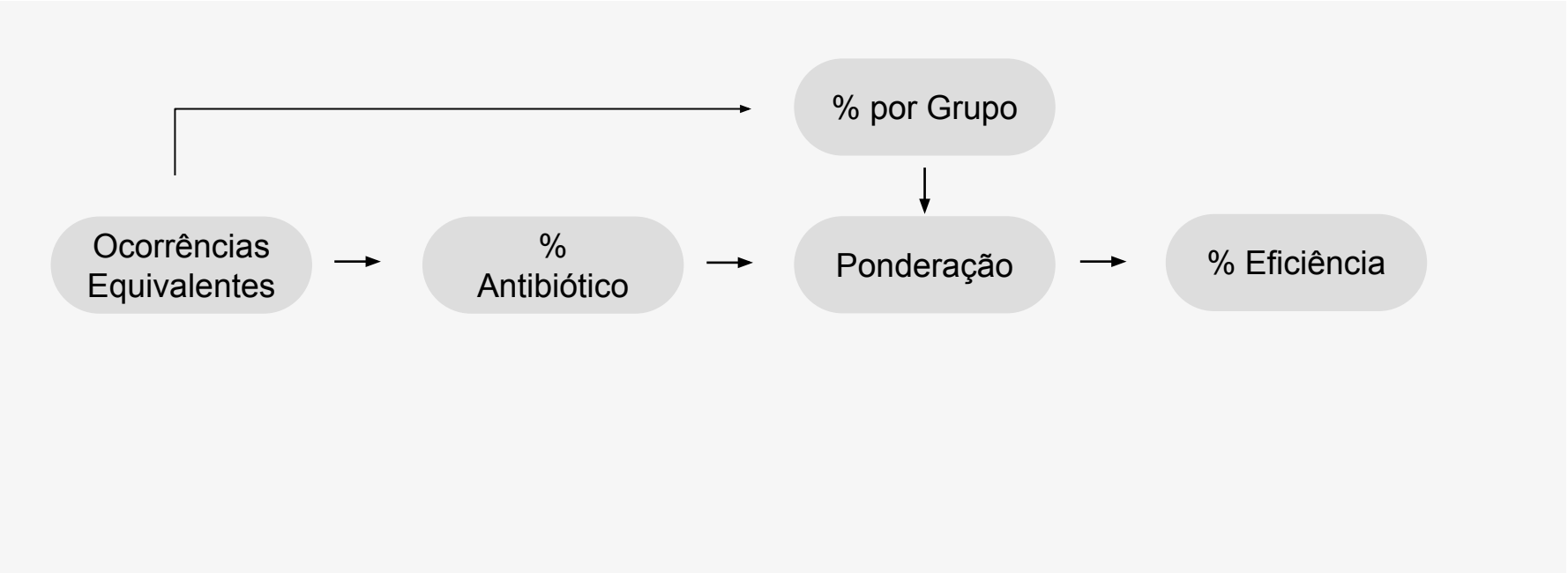
Ponderação com Granularidade



Ponderação com Granularidade



Ponderação com Granularidade



Equivalência

Prescrição de Antibióticos

→

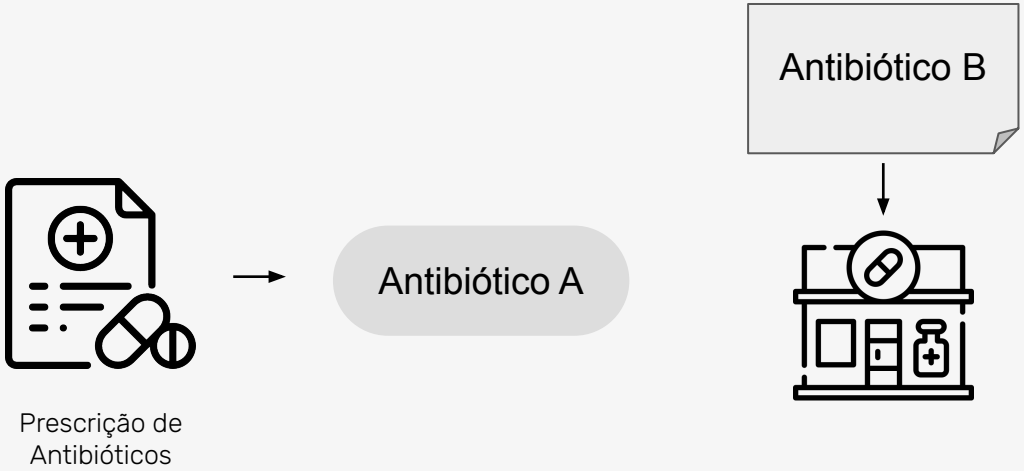
Antibiótico A

Equivalência

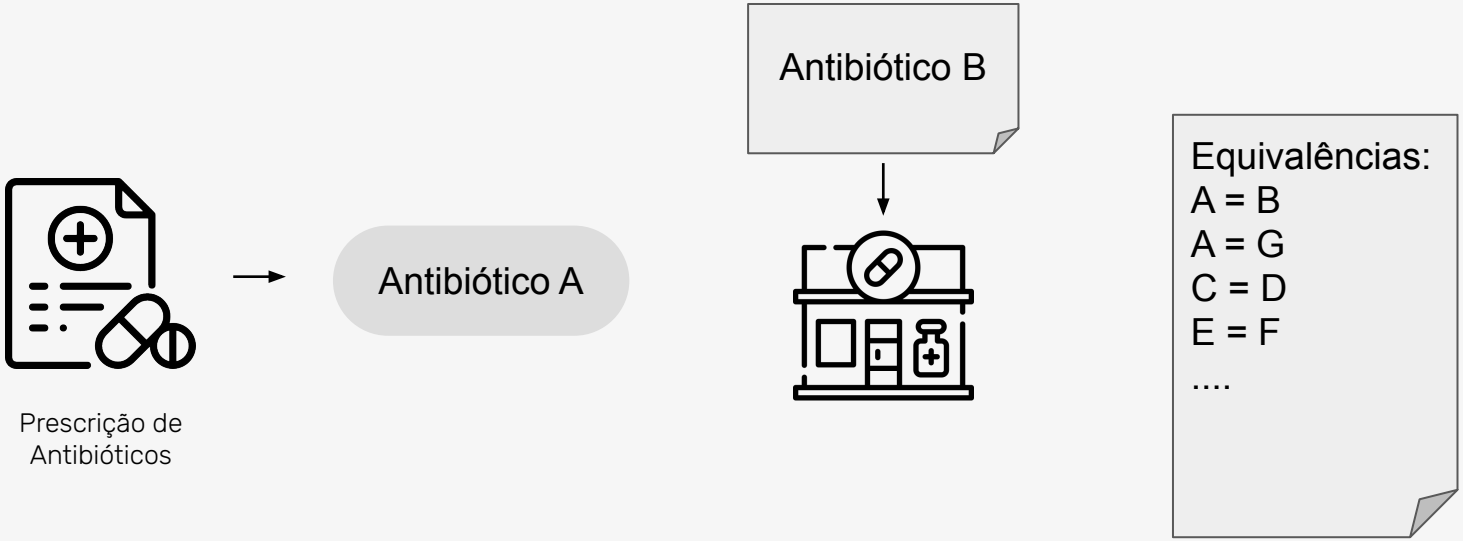
Prescrição de Antibióticos

Antibiótico A

Equivalência



Equivalência



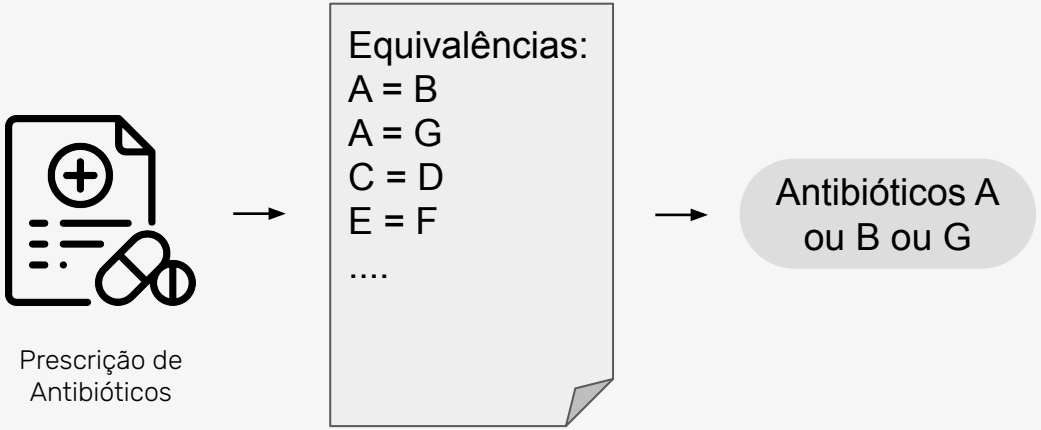
Equivalência

Prescrição de Antibióticos

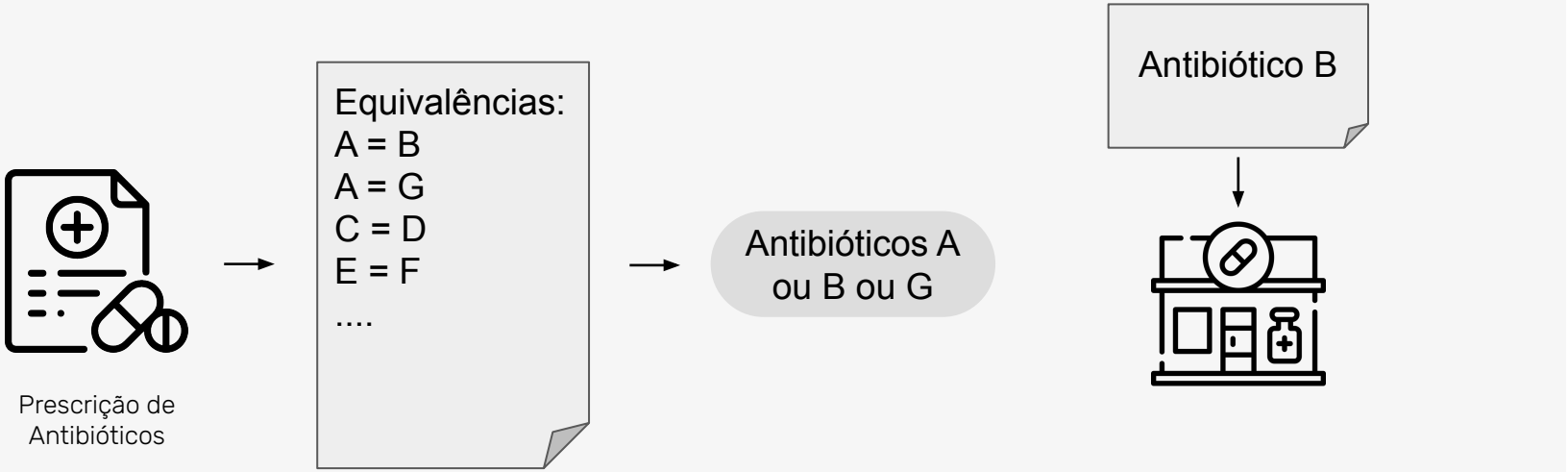
→

Equivalências:
A = B
A = G
C = D
E = F
....

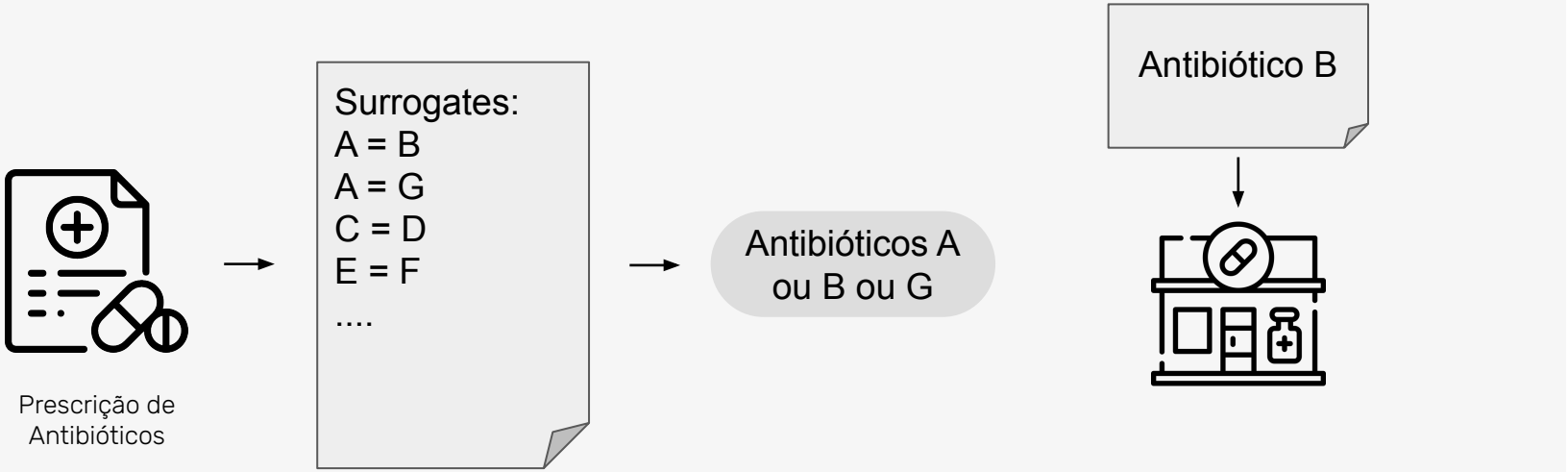
Equivalência



Equivalência



Surrogates


Prescrição de Antibióticos
Surrogates:
A = B
A = G
C = D
E = F
....
Antibióticos A ou B ou G
Antibiótico B

Risco de Sepse

- Infecção Generalizada
- Mais de uma bactéria
- Combinação de Antibióticos
- Risco de Vida
- Rápida medicação

Risco de Sepse

- Infecção Generalizada
- Mais de uma bactéria
- Combinação de Antibióticos
- Risco de Vida
- Rápida medicação

Ocorrências Equivalentes

Risco de Sepse

- Infecção Generalizada
- Mais de uma bactéria
- Combinação de Antibióticos
- Risco de Vida
- Rápida medicação

Ocorrências Equivalentes → % Antibiótico

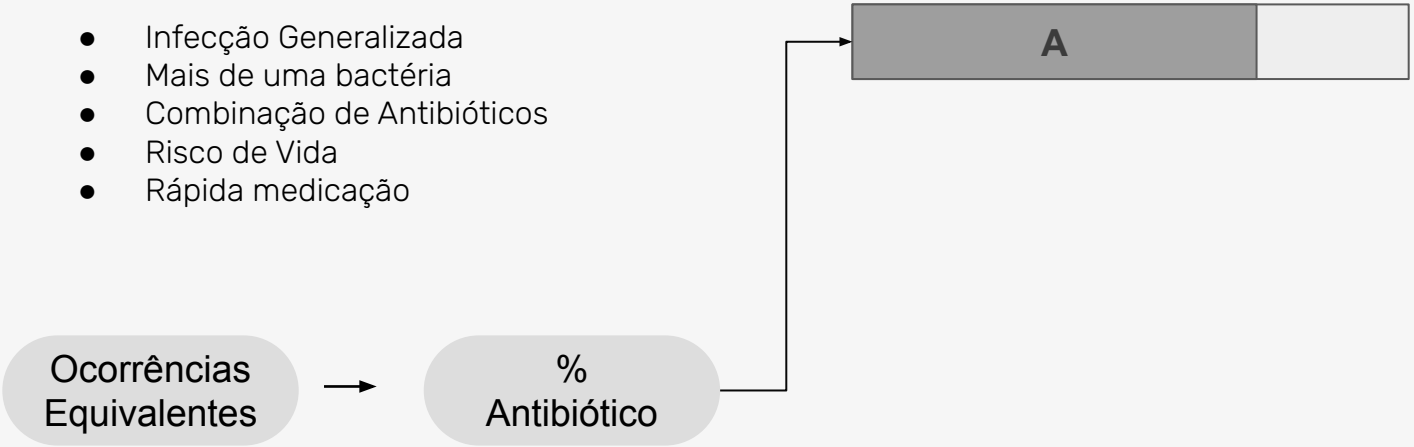
Risco de Sepse

- Infecção Generalizada
- Mais de uma bactéria
- Combinação de Antibióticos
- Risco de Vida
- Rápida medicação

Ocorrências Equivalentes → % Antibiótico → 100%

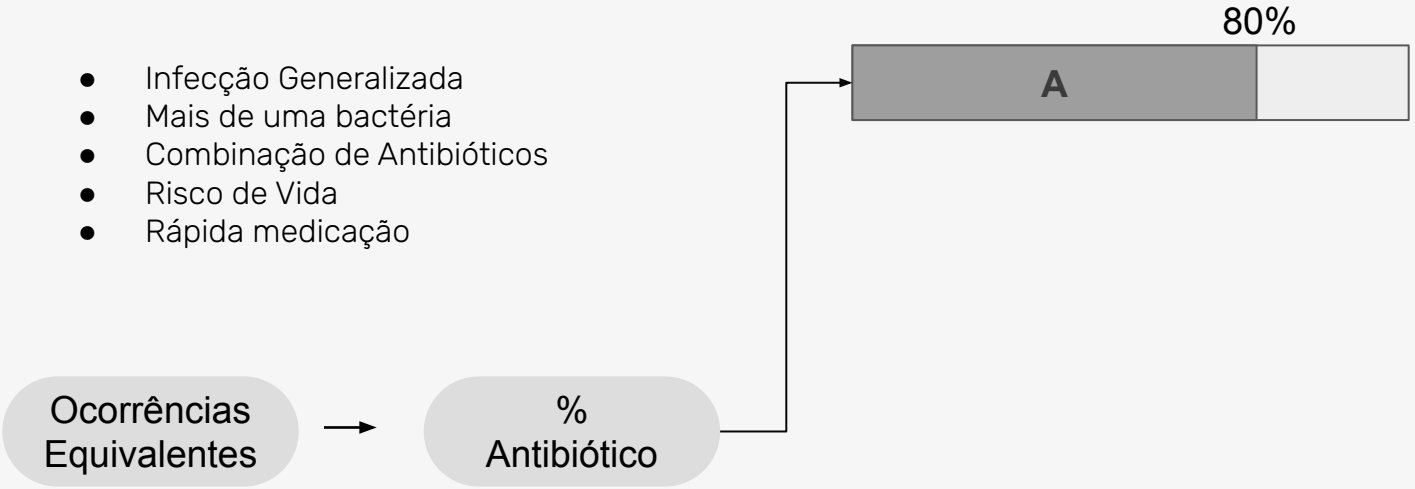
Risco de Sepse

- Infecção Generalizada
- Mais de uma bactéria
- Combinação de Antibióticos
- Risco de Vida
- Rápida medicação



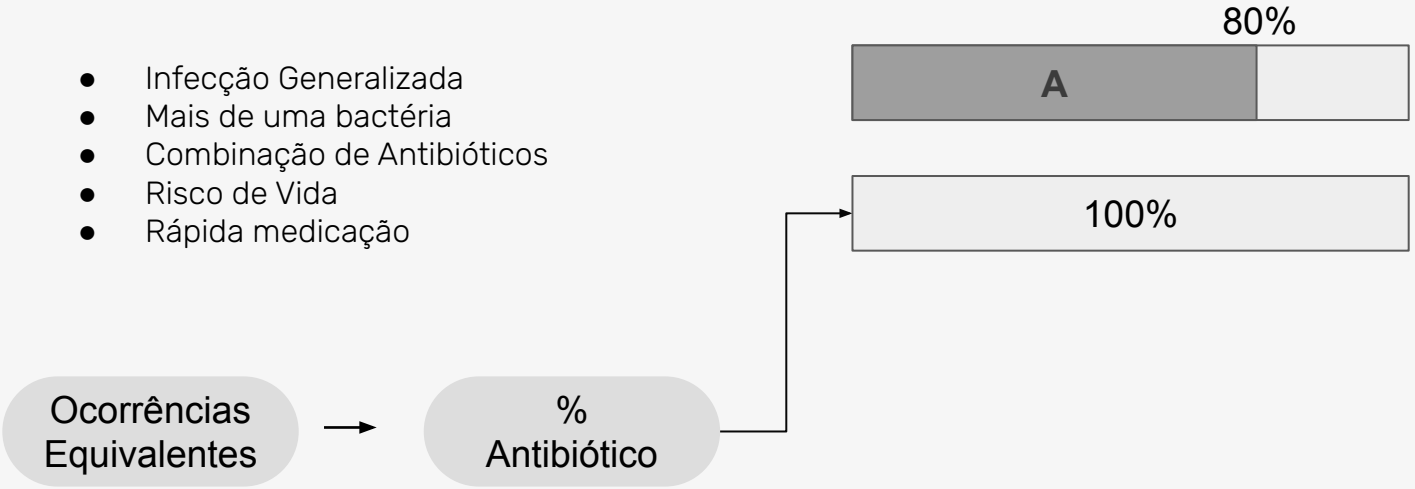
Risco de Sepse

- Infecção Generalizada
- Mais de uma bactéria
- Combinação de Antibióticos
- Risco de Vida
- Rápida medicação



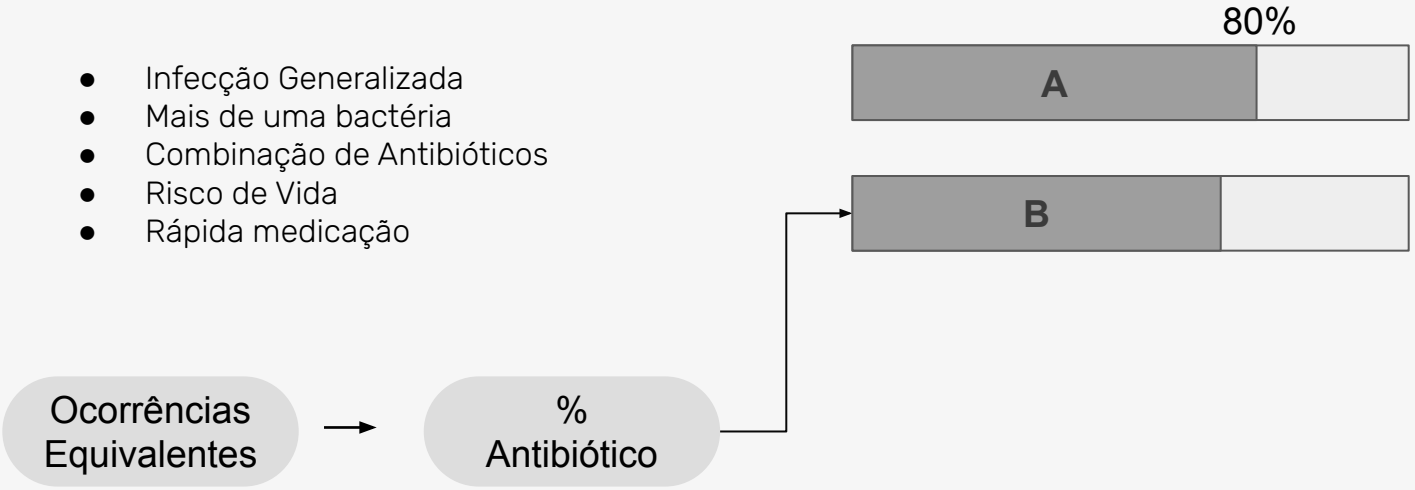
Risco de Sepse

- Infecção Generalizada
- Mais de uma bactéria
- Combinação de Antibióticos
- Risco de Vida
- Rápida medicação



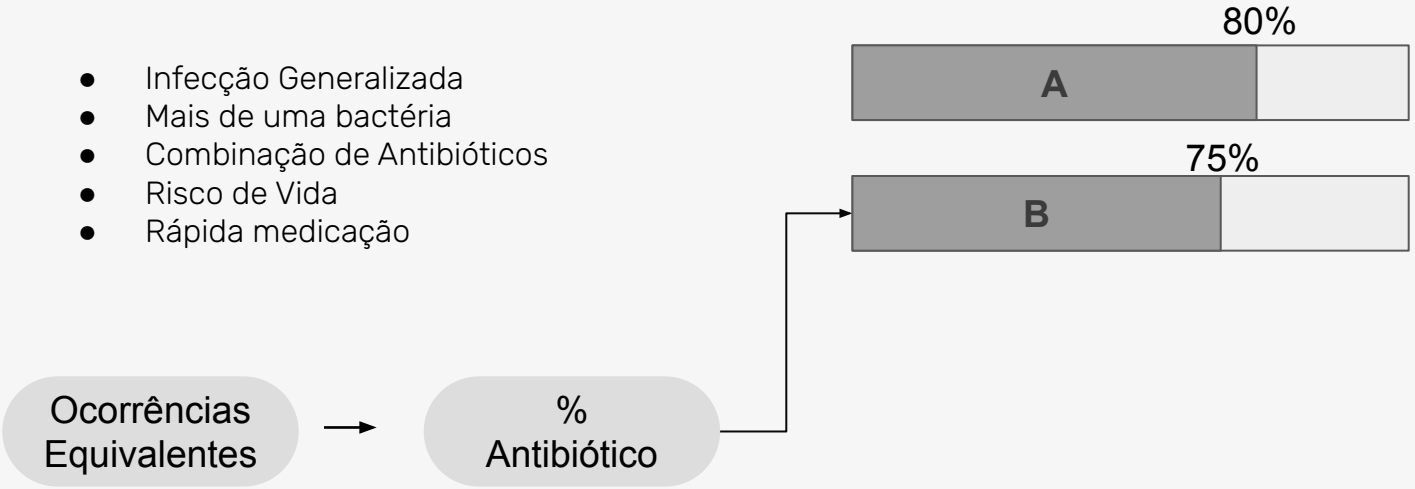
Risco de Sepse

- Infecção Generalizada
- Mais de uma bactéria
- Combinação de Antibióticos
- Risco de Vida
- Rápida medicação



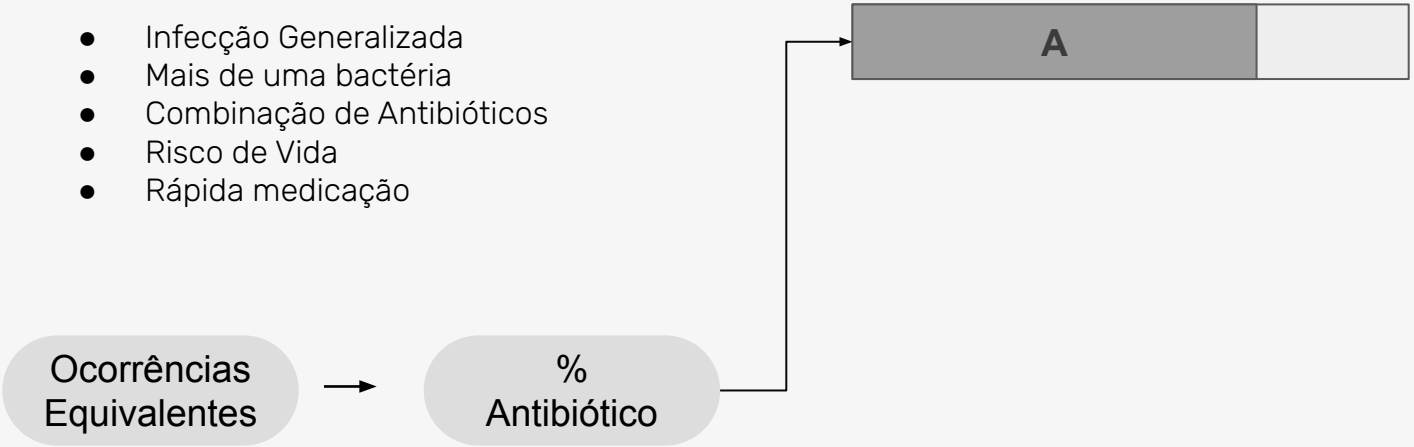
Risco de Sepse

- Infecção Generalizada
- Mais de uma bactéria
- Combinação de Antibióticos
- Risco de Vida
- Rápida medicação



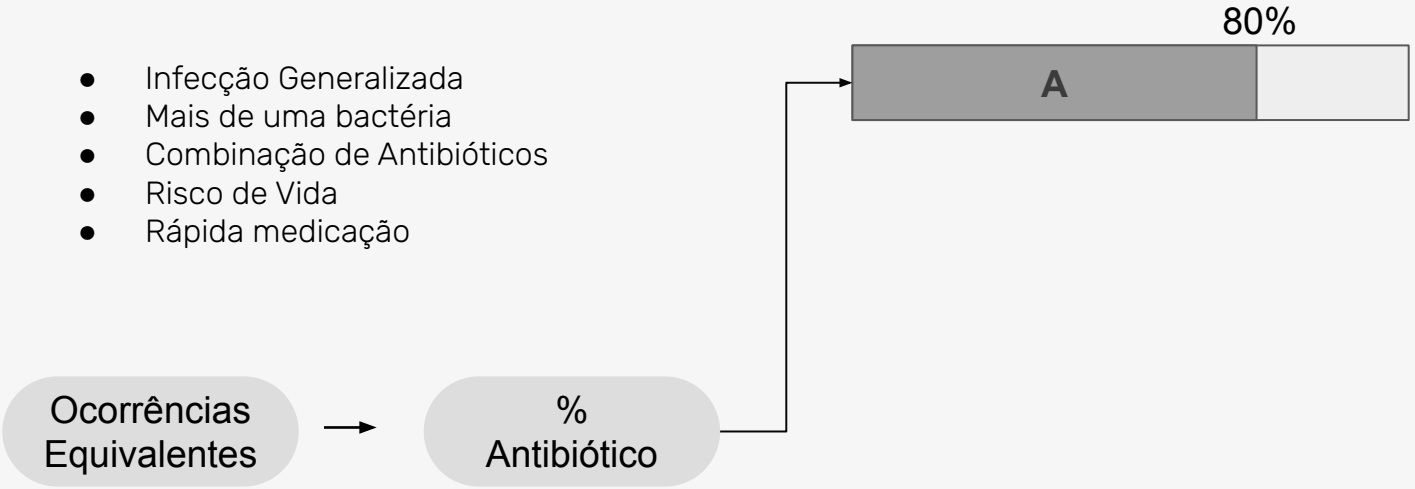
Risco de Sepse

- Infecção Generalizada
- Mais de uma bactéria
- Combinação de Antibióticos
- Risco de Vida
- Rápida medicação



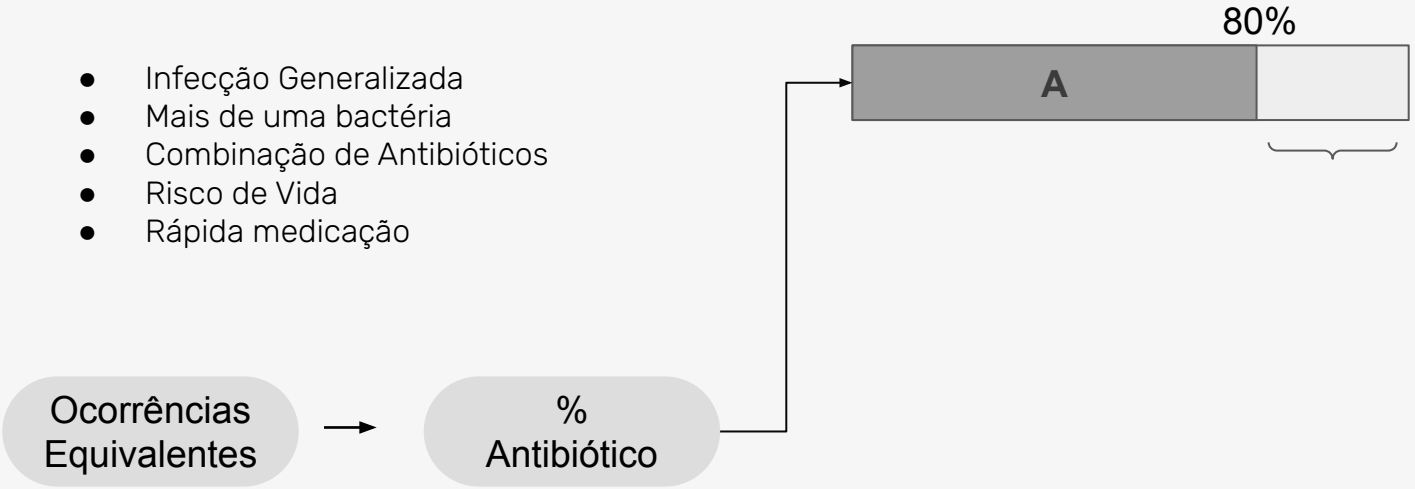
Risco de Sepse

- Infecção Generalizada
- Mais de uma bactéria
- Combinação de Antibióticos
- Risco de Vida
- Rápida medicação



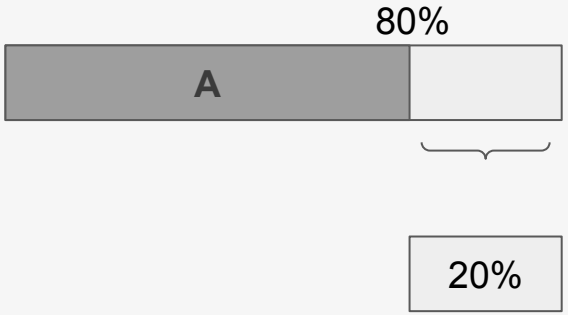
Risco de Sepse

- Infecção Generalizada
- Mais de uma bactéria
- Combinação de Antibióticos
- Risco de Vida
- Rápida medicação



Risco de Sepse

- Infecção Generalizada
- Mais de uma bactéria
- Combinação de Antibióticos
- Risco de Vida
- Rápida medicação



Ocorrências Equivalentes → % Antibiótico

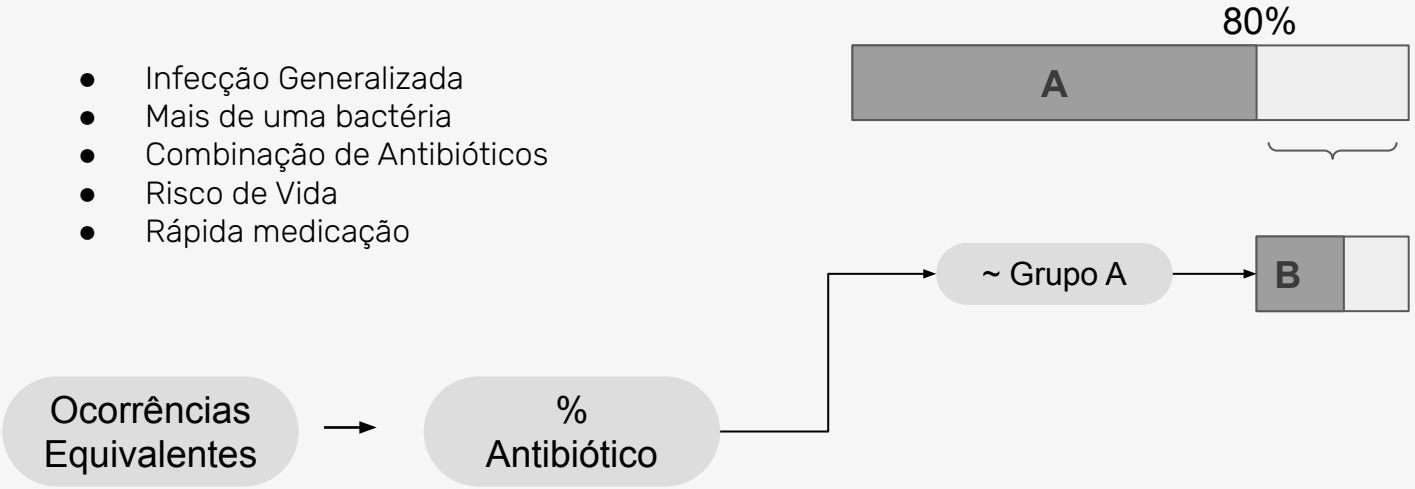
Risco de Sepse

- Infecção Generalizada
- Mais de uma bactéria
- Combinação de Antibióticos
- Risco de Vida
- Rápida medicação

Ocorrências Equivalentes → % Antibiótico → ~ Grupo A → 20%

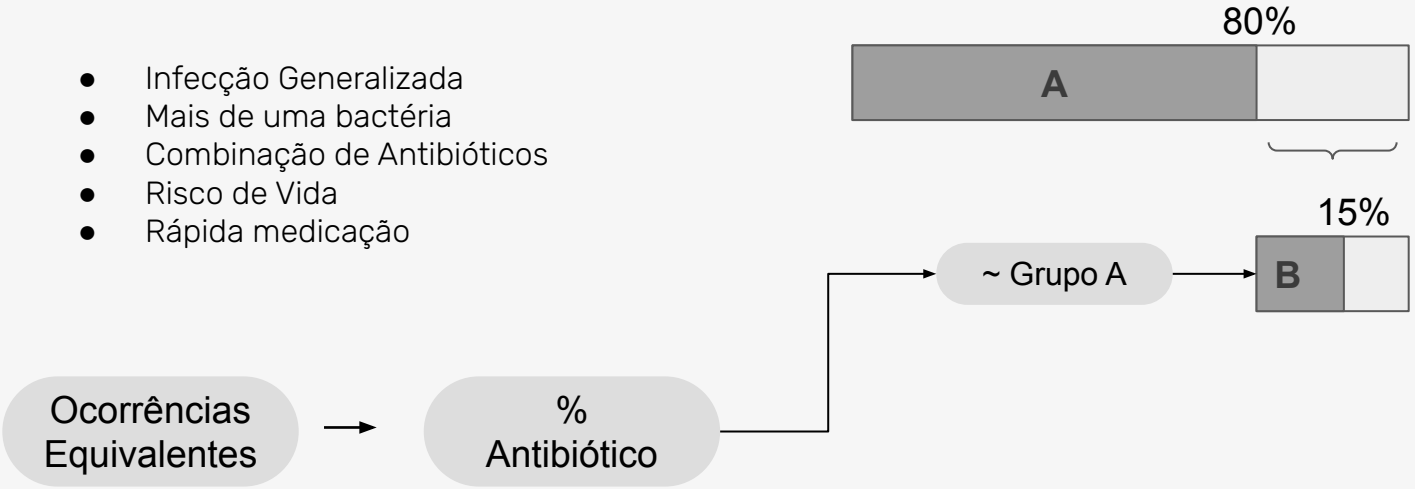
Risco de Sepse

- Infecção Generalizada
- Mais de uma bactéria
- Combinação de Antibióticos
- Risco de Vida
- Rápida medicação



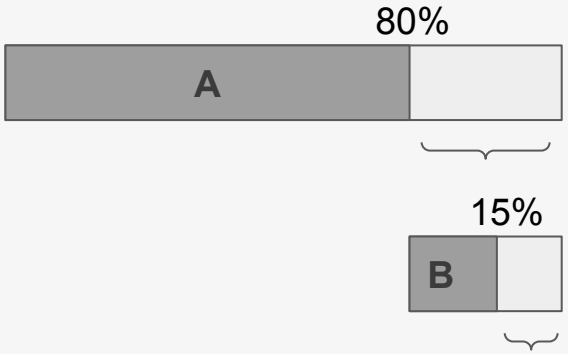
Risco de Sepse

- Infecção Generalizada
- Mais de uma bactéria
- Combinação de Antibióticos
- Risco de Vida
- Rápida medicação



Risco de Sepse

- Infecção Generalizada
- Mais de uma bactéria
- Combinação de Antibióticos
- Risco de Vida
- Rápida medicação

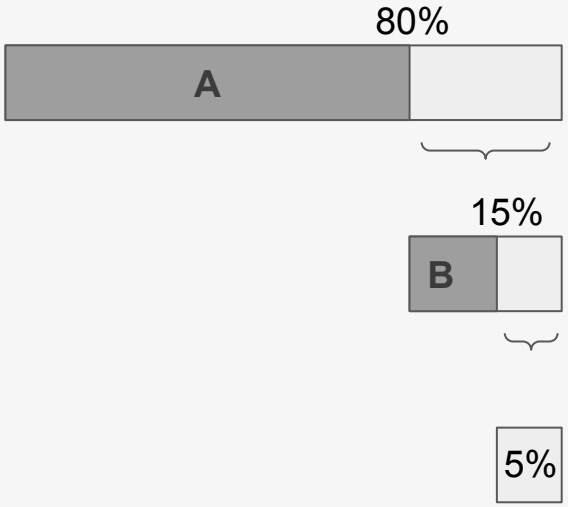


Ocorrências Equivalentes → % Antibiótico

Risco de Sepse

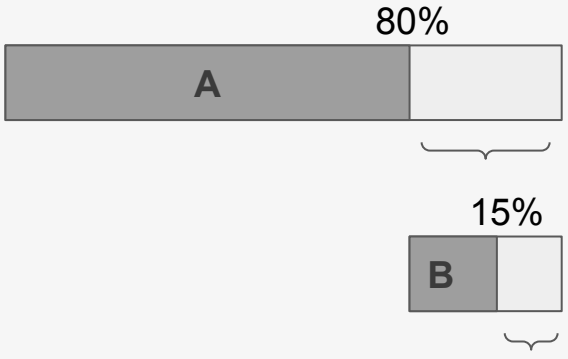
- Infecção Generalizada
- Mais de uma bactéria
- Combinação de Antibióticos
- Risco de Vida
- Rápida medicação

Ocorrências Equivalentes → % Antibiótico



Risco de Sepse

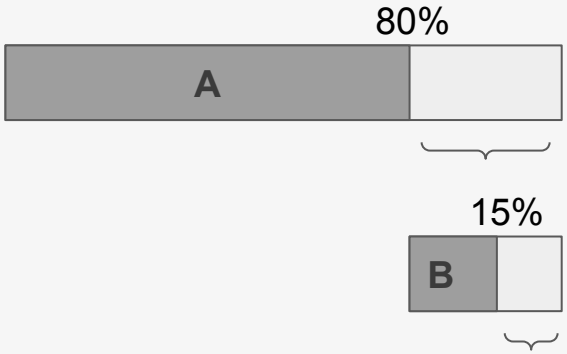
- Infecção Generalizada
- Mais de uma bactéria
- Combinação de Antibióticos
- Risco de Vida
- Rápida medicação



Ocorrências Equivalentes → % Antibiótico → ~ Grupo (A | B) → 5%

Risco de Sepse

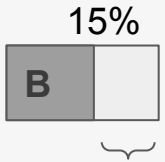
- Infecção Generalizada
- Mais de uma bactéria
- Combinação de Antibióticos
- Risco de Vida
- Rápida medicação

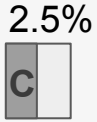


Ocorrências Equivalentes → % Antibiótico → ~ Grupo (A | B) → C

Risco de Sepse

- Infecção Generalizada
- Mais de uma bactéria
- Combinação de Antibióticos
- Risco de Vida
- Rápida medicação

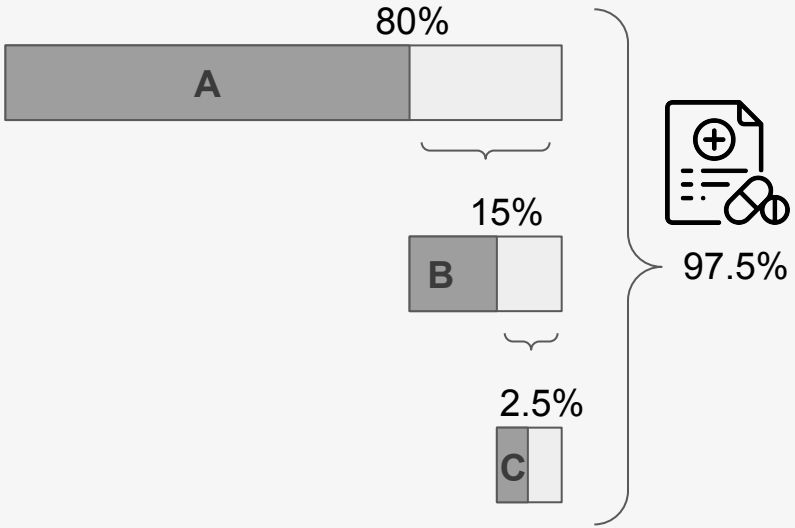




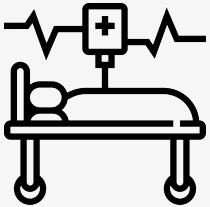
Ocorrências Equivalentes → % Antibiótico → ~ Grupo (A | B) →

Risco de Sepse

- Infecção Generalizada
- Mais de uma bactéria
- Combinação de Antibióticos
- Risco de Vida
- Rápida medicação



Exemplo



Ocorrência Médica

→

Informações

→

- Mulher
- Comunitária
- Adulta
- Cistite
- Não há Dado Laboratorial

Exemplo

Idade	Sexo	Origem	Area	Grupo	Familia	Microorganismo	Antibiótico	Resultado
criança	F	comunitario	cistite	GRAM +	Streptococcaceae	Streptococcus viridans	A	S
idoso	M	hospitalar	otite	GRAM -	Pseudomonadaceae	Pseudomonas alcaligenes	D	R
criança	F	comunitario	cistite	GRAM +	Streptococcaceae	Streptococcus viridans	G	R
adulto	F	comunitario	cistite	GRAM -	Enterobacteriaceae	Klebsiella pneumoniae	A	S
adulto	F	comunitario	cistite	GRAM +	Streptococcaceae	Streptococcus viridans	A	S
adulto	F	comunitario	cistite	GRAM -	Pseudomonadaceae	Pseudomonas alcaligenes	A	R
adulto	F	comunitario	cistite	GRAM +	Streptococcaceae	Streptococcus viridans	B	S
adulto	M	comunitario	cistite	GRAM -	Enterobacteriaceae	Klebsiella pneumoniae	C	S
adulto	M	hospitalar	otite	GRAM +	Streptococcaceae	Streptococcus viridans	A	S
idoso	F	comunitario	cistite	GRAM -	Pseudomonadaceae	Pseudomonas alcaligenes	E	R
criança	F	hospitalar	otite	GRAM +	Streptococcaceae	Streptococcus viridans	B	R
adulto	M	comunitario	cistite	GRAM -	Enterobacteriaceae	Klebsiella pneumoniae	A	S

Exemplo

Idade	Sexo	Origem	Area	Grupo	Familia	Microorganismo	Antibiótico	Resultado
criança	F	comunitario	cistite	GRAM +	Streptococcaceae	Streptococcus viridans	A	S
idoso	M	hospitalar	otite	GRAM -	Pseudomonadaceae	Pseudomonas alcaligenes	D	R
criança	F	comunitario	cistite	GRAM +	Streptococcaceae	Streptococcus viridans	G	R
adulto	F	comunitario	cistite	GRAM -	Enterobacteriaceae	Klebsiella pneumoniae	A	S
adulto	F	comunitario	cistite	GRAM +	Streptococcaceae	Streptococcus viridans	A	S
adulto	F	comunitario	cistite	GRAM -	Pseudomonadaceae	Pseudomonas alcaligenes	A	R
adulto	F	comunitario	cistite	GRAM +	Streptococcaceae	Streptococcus viridans	B	S
adulto	M	comunitario	cistite	GRAM -	Enterobacteriaceae	Klebsiella pneumoniae	C	S
adulto	M	hospitalar	otite	GRAM +	Streptococcaceae	Streptococcus viridans	A	S
idoso	F	comunitario	cistite	GRAM -	Pseudomonadaceae	Pseudomonas alcaligenes	E	R
criança	F	hospitalar	otite	GRAM +	Streptococcaceae	Streptococcus viridans	B	R
adulto	M	comunitario	cistite	GRAM -	Enterobacteriaceae	Klebsiella pneumoniae	A	S

Exemplo

Idade	Sexo	Origem	Area	Grupo	Familia	Microorganismo	Antibiótico	Resultado
adulto	F	comunitario	cistite	GRAM -	Enterobacteriaceae	Klebsiella pneumoniae	A	S
adulto	F	comunitario	cistite	GRAM +	Streptococcaceae	Streptococcus viridans	A	S
adulto	F	comunitario	cistite	GRAM -	Pseudomonadaceae	Pseudomonas alcaligenes	A	R
adulto	F	comunitario	cistite	GRAM +	Streptococcaceae	Streptococcus viridans	B	S

*Min Amostra = 2

Exemplo

Idade	Sexo	Origem	Area	Grupo	Familia	Microorganismo	Antibiótico	Resultado
adulto	F	comunitario	cistite	GRAM -	Enterobacteriaceae	Klebsiella pneumoniae	A	S
adulto	F	comunitario	cistite	GRAM +	Streptococcaceae	Streptococcus viridans	A	S
adulto	F	comunitario	cistite	GRAM -	Pseudomonadaceae	Pseudomonas alcaligenes	A	R
adulto	F	comunitario	cistite	GRAM +	Streptococcaceae	Streptococcus viridans	B	S

*Min Amostra = 2

Exemplo

Idade	Sexo	Origem	Area	Grupo	Familia	Microorganismo	Antibiótico	Resultado
adulto	F	comunitario	cistite	GRAM -	Enterobacteriaceae	Klebsiella pneumoniae	A	S
adulto	F	comunitario	cistite	GRAM +	Streptococcaceae	Streptococcus viridans	A	S
adulto	F	comunitario	cistite	GRAM -	Pseudomonadaceae	Pseudomonas alcaligenes	A	R
adulto	F	comunitario	cistite	GRAM +	Streptococcaceae	Streptococcus viridans	B	S

Antibióticos A e B

*Min Amostra = 2

Exemplo

Idade	Sexo	Origem	Area	Grupo	Familia	Microorganismo	Antibiótico	Resultado
adulto	F	comunitario	cistite	GRAM -	Enterobacteriaceae	Klebsiella pneumoniae	A	S
adulto	F	comunitario	cistite	GRAM +	Streptococcaceae	Streptococcus viridans	A	S
adulto	F	comunitario	cistite	GRAM -	Pseudomonadaceae	Pseudomonas alcaligenes	A	R
adulto	F	comunitario	cistite	GRAM +	Streptococcaceae	Streptococcus viridans	B	S

Antibióticos A e B

A = 2/3
B = 1/1

*Min Amostra = 2

Exemplo

Idade	Sexo	Origem	Area	Grupo	Familia	Microorganismo	Antibiótico	Resultado
adulto	F	comunitario	cistite	GRAM -	Enterobacteriaceae	Klebsiella pneumoniae	A	S
adulto	F	comunitario	cistite	GRAM +	Streptococcaceae	Streptococcus viridans	A	S
adulto	F	comunitario	cistite	GRAM -	Pseudomonadaceae	Pseudomonas alcaligenes	A	R
adulto	F	comunitario	cistite	GRAM +	Streptococcaceae	Streptococcus viridans	B	S

Antibióticos A e B ← A = 2/3 B = 1/1 ← B < Min Amostra

*Min Amostra = 2

Exemplo

Idade	Sexo	Origem	Area	Grupo	Familia	Microorganismo	Antibiótico	Resultado
adulto	F	comunitario	cistite	GRAM -	Enterobacteriaceae	Klebsiella pneumoniae	A	S
adulto	F	comunitario	cistite	GRAM +	Streptococcaceae	Streptococcus viridans	A	S
adulto	F	comunitario	cistite	GRAM -	Pseudomonadaceae	Pseudomonas alcaligenes	A	R
adulto	F	comunitario	cistite	GRAM +	Streptococcaceae	Streptococcus viridans	B	S

Antibióticos A e B

A = 2/3
B = 1/1

B < Min Amostra

A = 66%

*Min Amostra = 2

Ministério da Saúde

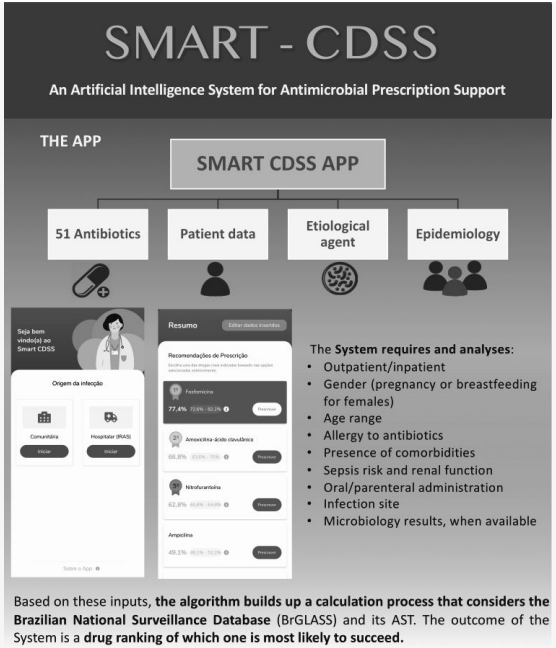
SUS

MINISTÉRIO DA
SAÚDE

BRGlass

- Análise dos dados
- Hospitais parceiros
- Análises Regionais

Smart-CDSS APP



Aplicativo

- Utilizado por médicos
- API integrada ao BRGlass
- Auxílio em casos reais

Smart-CDSS APP

Trabalhos Futuros

- Outras análises em cima do BRGlass
  - Regionais
  - Descritivas
- Utilização de outros Modelos de ML

3778

healthcare's next move

Robson Zagre Jr,
48 9 88488045
robson.zagre@3778.care