



Pesquisa Operacional e suas Aplicações.

Msc. Fabiana Gomes dos Passos

Roteiro

- ▶ PESQUISA OPERACIONAL
 - Definição;
 - Ferramentas da Pesquisa Operacional;
 - Enfoque atual da PO;
 - Natureza da PO;
 - Fases do Estudo da PO;
 - Modelos de Otimização;
- ▶ REVISÕES SISTEMÁTICAS DOS ALUNOS DA TURMA PO II – 2015.1
- ▶ PROJETO DE PESQUISA ATUAL.

Pesquisa Operacional

Andrade (1998) define PO como:

- Conjunto de técnicas e métodos aplicados por equipes multidisciplinares para se determinar a **melhor utilização de recursos limitados** e para **programação otimizada** das operações de uma empresa.

Belfiore e Fávero (2012) define PO como:

- Utilização de um método científico (modelos matemáticos, estatísticos e algoritmos computacionais) para tomada de decisões, **atuando cada vez mais em um ramo multidisciplinar, envolvendo áreas de engenharia de produção, matemática aplicada, ciência da computação e gestão de negócios.**

Pesquisa Operacional

Denominada “**a ciência da administração**”, a sua utilização e implementação tem sido estendida à:

- *business*
 - economia
 - industria
 - industria militar
 - Engenharia de Produção e Civil
 - governos
 - hospitais, entre outros.
- 

Ferramentas da Pesquisa Operacional

Modelos Determinísticos

- Programação Linear
- Programação em Redes
- Programação Binária e Inteira
- Programação Não Linear
- Programação Multiobjetivo
- Programação Dinâmica Determinística

Modelos Estocásticos

- Teoria das Filas
- Modelos de Simulação
- Programação Dinâmica Estocástica (Cadeias de Markov)
- Teoria dos Jogos

Outras Técnicas

- Análise de Decisão Multicritério
- Análise envoltória de dados (DEA)
- Inteligência Artificial
- Inteligência Computacional
- Heurísticas e Meta-Heurísticas
- Outras.

Os Ramos da Pesquisa Operacional

ramos mais importantes desenvolvidos na PO?

- **PROGRAMAÇÃO MATEMÁTICA**

- Programação Linear (LP)

- Problemas de distribuição de recursos.
- Problemas de transporte
- Problemas de planejamento da produção
- Problemas de corte de materiais, entre outros.

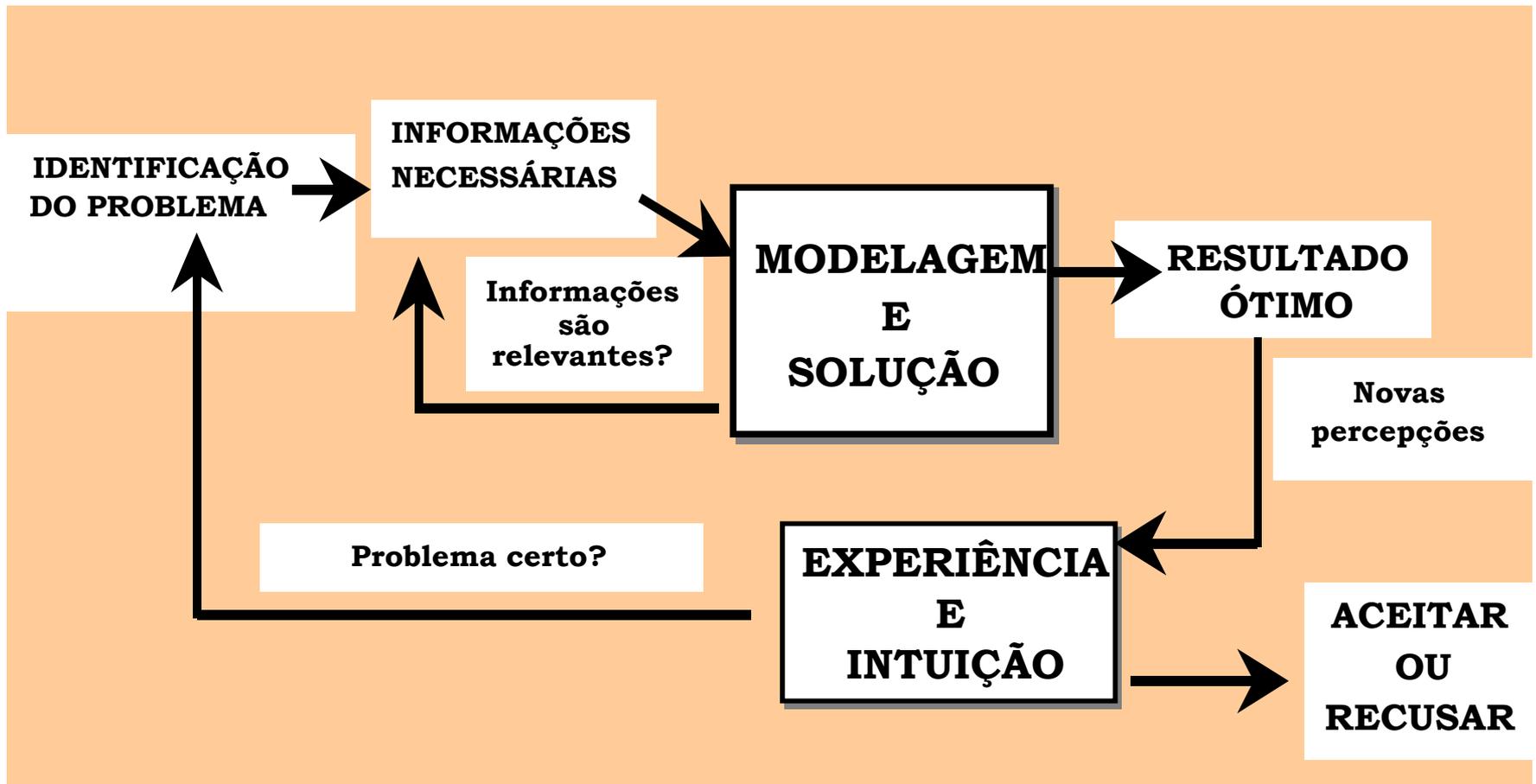
- Programação Não Linear

- Programação Dinâmica

- Programação Inteira

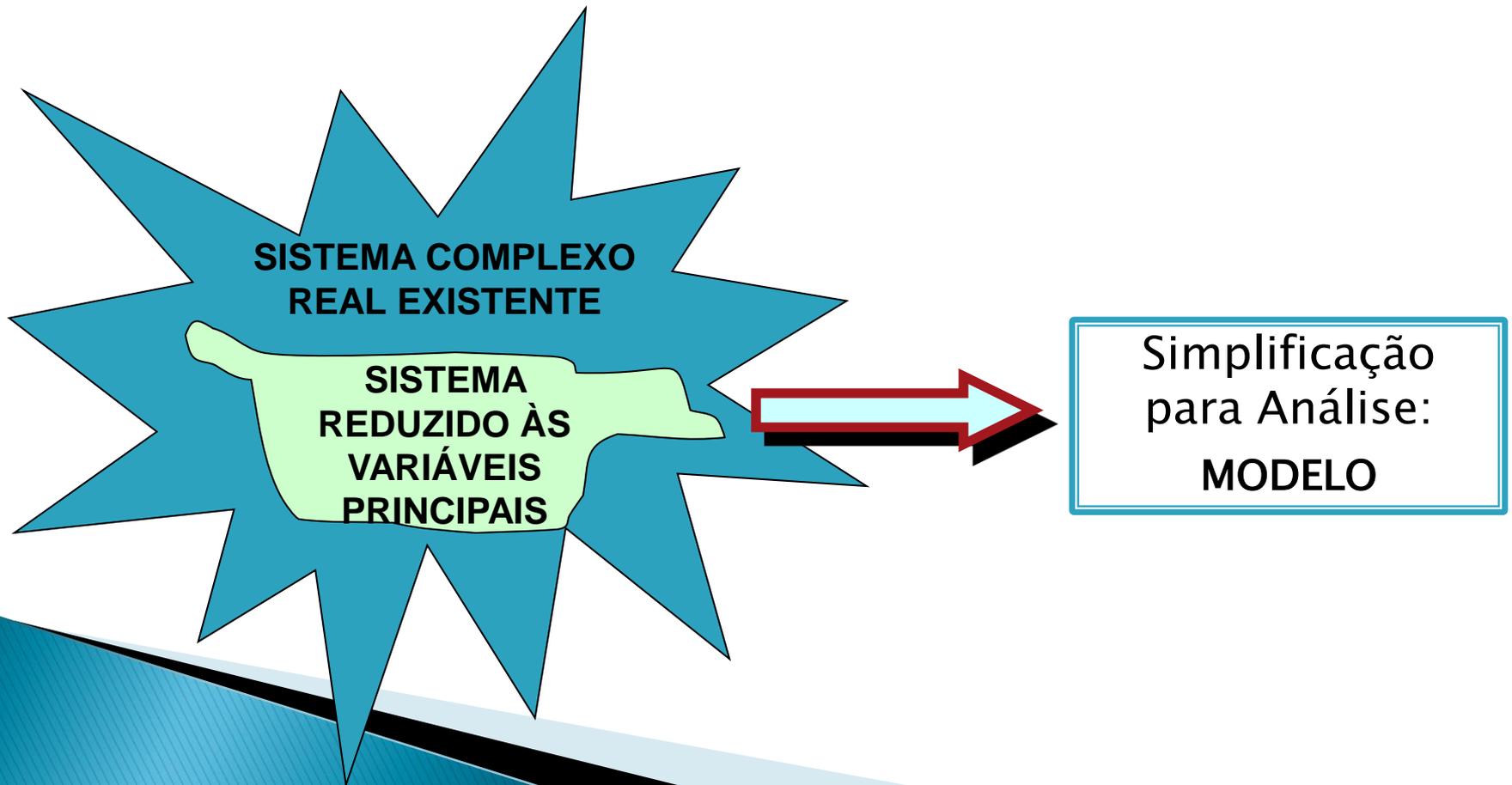
- otimização Global

Enfoque Atual da Pesquisa Operacional

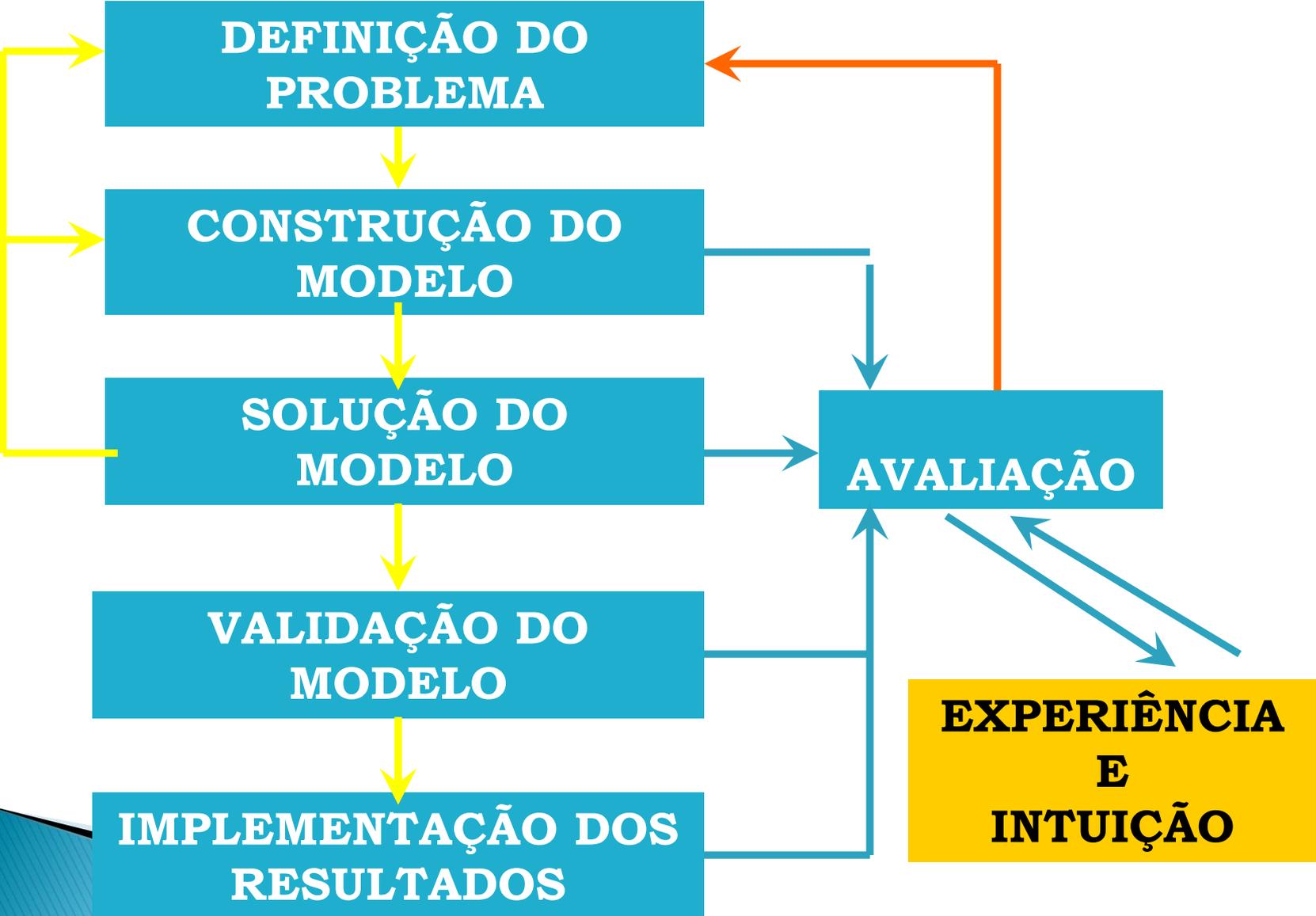


Natureza da Pesquisa Operacional

PASSO FUNDAMENTAL: *construção de um modelo do problema*

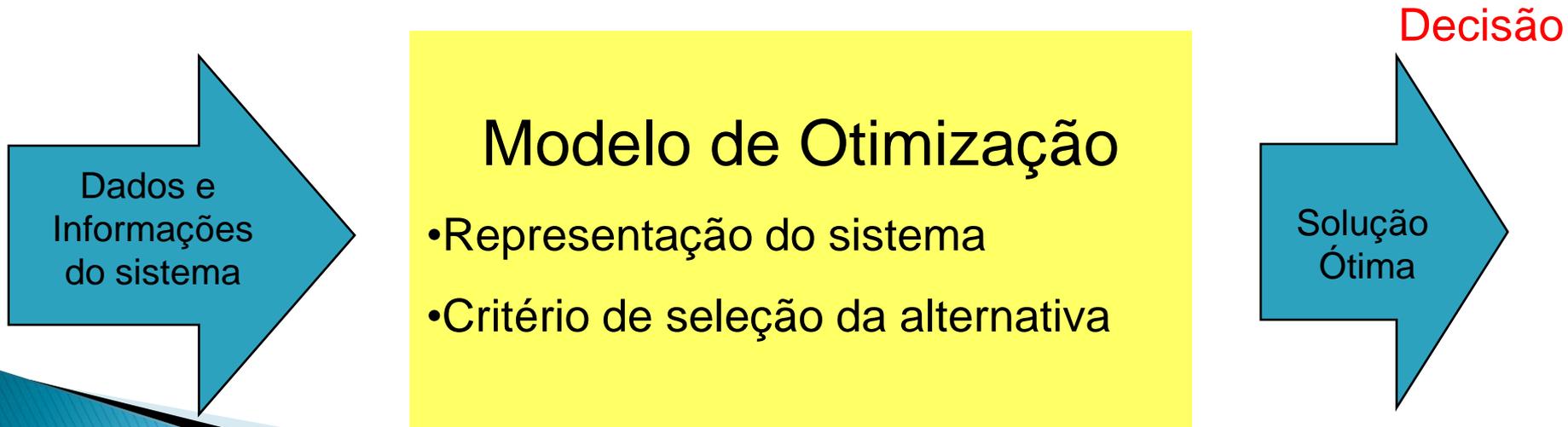


Fases de um estudo de Pesquisa Operacional



Modelos de Otimização

- ❑ ***São estruturados para selecionar uma única alternativa que será considerada ótima segundo o critério estabelecido pelo analista.***
- ❑ Uma característica importante é que o critério de escolha da melhor alternativa faz parte da estrutura do modelo, que encontra a melhor alternativa através da aplicação de algoritmos matemáticos.



Modelos Matemáticos

- ❑ A construção de um modelo matemático se resumirá basicamente na obtenção dos três seguintes elementos:
 - ✓ Variáveis de Decisão: São aquelas que foram definidas pelo analista como fornecedoras das informações que servirão de base para o gerente chegar à decisão;
 - ✓ Função Objetivo: É a função matemática que, através das variáveis de decisão, melhor define o sistema real;
 - ✓ Restrições: Representam as limitações físicas do sistema;
- 

Modelos de Programação Linear

$$\text{Otimizar} \quad : \quad z = f(x_1, x_2, \dots, x_n)$$

$$\text{Sujeito a} \quad : \quad \left. \begin{array}{l} g_1(x_1, x_2, \dots, x_n) \\ g_2(x_1, x_2, \dots, x_n) \\ \vdots \\ g_n(x_1, x_2, \dots, x_n) \end{array} \right\} \begin{array}{l} \leq \\ = \\ \geq \end{array} \left\{ \begin{array}{l} b_1 \\ b_2 \\ \vdots \\ b_n \end{array} \right.$$

REVISÕES SISTEMÁTICAS DOS ALUNOS DA TURMA PO II – 2015.1

Revisão Sistemática

- ▶ O método de revisão sistemática da literatura, de acordo com Cordeiro et al. (2007) e De-La-Torre-Ugarte-Guanilo; Takahashi; Bertolozzi (2011), **tem como objetivo responder a uma pergunta de pesquisa, de forma sistemática, utilizando-se de uma investigação científica que busca agrupar e avaliar os resultados obtidos por meio da coleta e análise dos dados.**
- ▶ Além disso, o planejamento da RS deve ser cuidadoso para garantir a validade dos resultados encontrados (DE-LA-TORRE-UGARTE-GUANILO; TAKAHASHI; BERTOLOZZI, 2011).

Cadeia de Markov – Ramon e Lucas

- ▶ Muitos fenômenos que ocorrem na natureza e na sociedade podem ser estudados, pelo menos em uma primeira aproximação, onde a transição de um estado para o seguinte, ocorre segundo uma certa probabilidade.
- ▶ No caso em que esta probabilidade de transição depende apenas do estado em que o fenômeno se encontra e do estado a seguir, o processo é denominado de Processo de Markov e uma sequência de estados envolvidos nesse processo é denominada de Cadeia de Markov (SILVA, 2013).

Metodologia do Trabalho

- ▶ Natureza do objetivo:

Estudo **exploratório descritivo**. De acordo com Richardson (1999), citado por Silva; Lunkes (2011):

- É exploratório, pois busca conhecer a área de Alinhamento Estratégico com base na pesquisa bibliométrica e no mapeamento feito nas publicações a respeito da Cadeia de Markov;
- Descritivo por ter como objetivo apresentar as características dos artigos publicados na área, a fim de que surjam novos horizontes a serem explorados.

- ▶ Natureza da pesquisa:

Classificado como **levantamento teórico**, pois busca um levantamento teórico e uma reflexão sobre o tema.

Metodologia do Trabalho

- ▶ Coleta de dados:

Este trabalho é realizado com base em pesquisa de **dados secundários, que se constituem em artigos científicos, livros disponibilizados gratuitamente nas bases de dados indexadas no portal Scielo, Capes e outras fontes.**

- ▶ Abordagem do problema:

Caracteriza-se como **uma pesquisa quali-quantitativa**, devido à estrutura de coleta de dados secundários e sua análise quanto à permanência no portfólio bibliográfico, e também quantitativa, no que concerne à análise bibliométrica do conjunto de artigos obtidos.

Panorama geral dos artigos selecionados

Tabela 1: Quantidade de artigos científicos encontrados nas bases de dados de pesquisa.

ETAPAS	NÚMERO DE ARTIGOS SELECIONADOS
Etapa de pesquisa Geral	197
Processo de filtragem 1	
Etapa após o Proc. 1	112
Processo de filtragem 2	
Etapa após o Proc. 2	37
Processo de filtragem 3	
Etapa após o Proc. 3	11

Fonte: Pesquisa realizada nas bases de dados descritas em 20/06/2015.

▶ **Por fim, chega-se a um portfólio bibliográfico de 14 artigos relativos ao tema de pesquisa, que foram os principais na elaboração do referencial teórico. Assim, eles serão apresentados na Tabela 2.**

▶ A pesquisa feita nas bases de dados foi positiva, existindo uma grande contribuição para os artigos obtidos com o *string*.

▶ **Foi notado o maior número de periódicos das áreas de estatística e matemática aplicadas, porém, foi notado um aumento de trabalhos nas áreas de engenharias e economia, retratando uma maior aplicabilidade a casos reais dos conceitos de cadeia de Markov.**

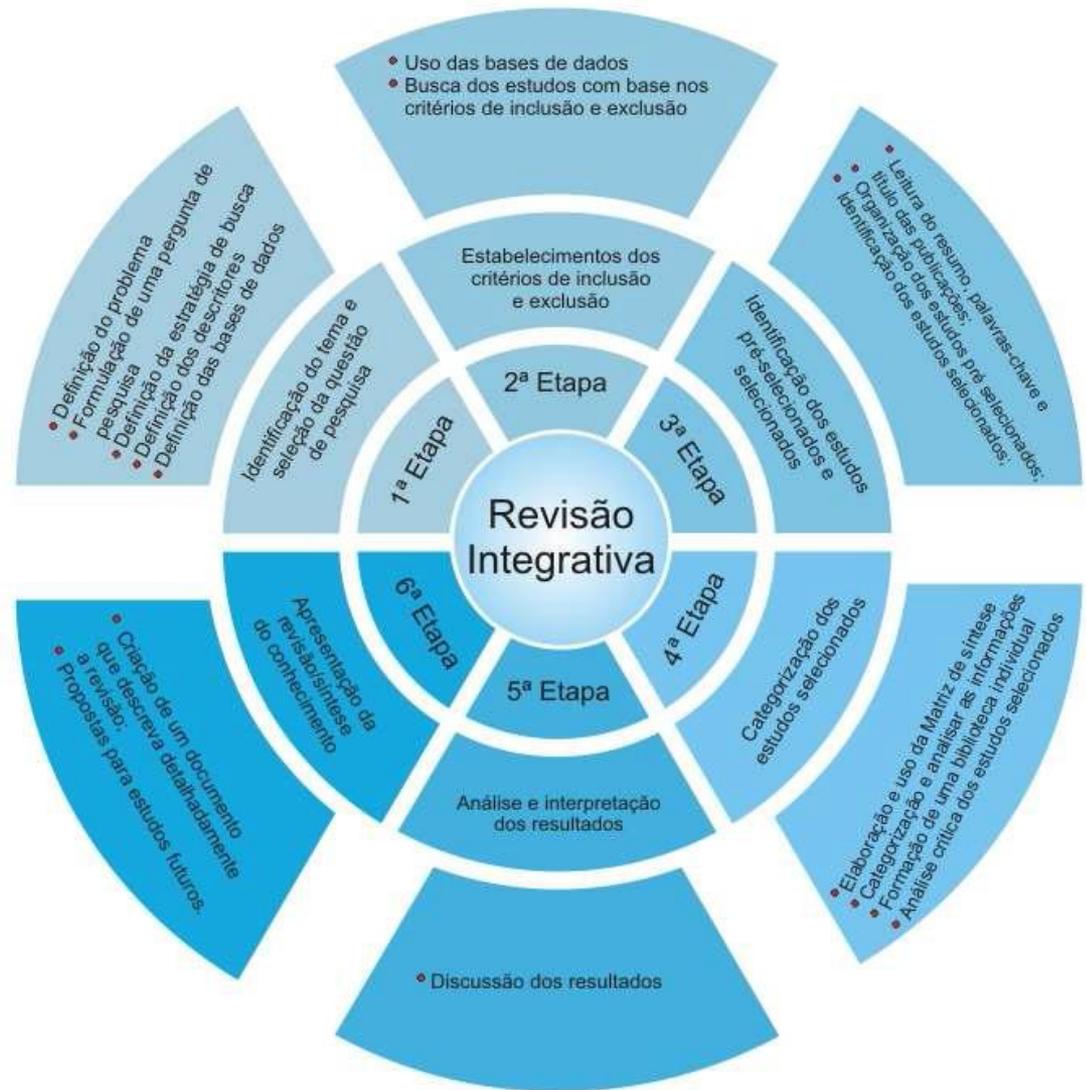
Autores	Títulos	Ano de publicação
BESSEGATO, L. F.; QUININO, R. da C.; PEREIRA, A. dos R.	Planejamento Econômico De Controle On-Line Por Atributo Em Presença De Erros De Classificação	2014
SOARES JUNIOR	Cadeias de Markov	2015
DIMURO, G. Petal	Modelos de Markov e Aplicações.	2002
GOMES, A. V. P.; WANKE, P.	Modelagem da gestão de estoques de peças de reposição através de cadeias de Markov	2008
GUILLEN, D.; GARCIA, M.	Expectativas desagregadas, credibilidade do Banco Central e Cadeias de Markov.	2014
NOGUEIRA, F.	Modelagem e Simulação - Cadeias de Markov.	----
RIBEIRO, R. O. A. SANT'ANNA, A. P	Utilização de cadeias de Markov para cálculo do customer life time value em academias de ginástica.	2010
SILVA, C. E.	Aplicações da Álgebra Linear nas Cadeias de Markov.	2013
STAUDT, F. H.; COELHO, A. S.; GONÇALVES, M. B.	Determinação da capacidade real necessária de um processo produtivo utilizando cadeia de Markov	2011
TERRA, M. L. C.	Cadeias de Markov	2006
CIRINO, S.	Utilização de métodos estocásticos em serviços de saúde: Estudo de	2012

Problemas de Dimensionamento e Programação de lotes – Bronney e Danillo

- ▶ O Dimensionamento de Lotes visa atender uma determinada demanda, estando restrito as condições e capacidades operacionais existentes, em um determinado tempo (*Dead Line*).
- ▶ Possui características individuais para cada empresa, uma vez que cada uma apresenta um panorama exclusivo. Esse dimensionamento depende das características dos modelos, o que pode tornar-se em problemas extremamente complexos, já que os processos produtivos tentam adequar o produto aos clientes e tentam também diminuir os desperdícios, demandando profissionais e setores cada vez mais empenhados na sua otimização (ULBRICHT *et al*, 2014).

Metodologia do Trabalho

- ▶ **Revisão Integrativa:** Neste modelo são estudadas as mais diversas obras, sejam elas científicas ou empíricas para que se possa avaliar um determinado fenômeno.
- ▶ O objetivo desse método é o de se criar uma análise sobre conhecimentos construídos em pesquisas anteriores. A Revisão Integrativa permite também a síntese desses trabalhos já concluídos e oferece possibilidades de criação de trabalhos futuros.



Metodologia do Trabalho

- ▶ 1ª Etapa: Nesta etapa são feitas as buscas pelo tema de estudo ;
- ▶ 2ª Etapa: Nesta etapa são definidos os critérios de inclusão ou exclusão de obras;
- ▶ 3ª Etapa: Busca-se identificar os estudos selecionados, onde são lidos os seus títulos e resumos de forma criteriosa;
- ▶ 4ª Etapa: Os estudos são categorizados e seus conteúdos são sumarizados e documentados;
- ▶ 5ª Etapa: Ocorre a interpretação dos resultados de cada estudo selecionado



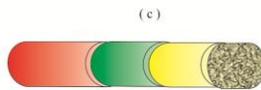
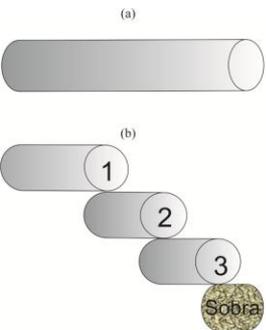
Figura 2 – Processo de Revisão Integrativa. Fonte: Botelho *et al* (2011).

Autores	Títulos	Ano de Publicação
FERREIRA <i>ET AL.</i>	Formulações Monoestágio Para O Problema De Programação Da Produção De Bebidas Dois Estágios Com Sincronia	2013
MARQUES, M. S	O Problema Do Sequenciamento E Dimensionamento De Lotes No Planeamento Da Produção	2013
ALEM, D.; MORABITO, R	O problema combinado de planejamento da produção e corte de estoque sob incertezas: Aplicação em fábricas de móveis de pequeno porte	2013
ALVES, V.C.; PAES, R.B.; PAIVA, R.P.O	Modelagem do planejamento da produção em uma indústria de agregados para construção civil,	2012
CHERRI, L.H	Modelos Matemáticos para o Problema Integrado de Dimensionamento de Lotes e Corte de Estoque Undimensional.	2013
LONGHI, A.L	Modelos Matemáticos para o Problema Integrado de Dimensionamento de Lotes e Corte de Estoque Undimensional.	2013
MARQUES, M. S	O Problema Do Sequenciamento E Dimensionamento De Lotes No Planeamento Da Produção	2013
SIMÕES, W.L.; VECCHIA, R.D.; DASILVA, M.G.	Proposição de um modelo de otimização para programação da produção em Sistema Flexível de Manufatura (FMS) com tempos de setup dependentes da sequência: a combinação de esforços em sequenciamento e tempos de preparação na indústria eletrônica.	2015
ULBRICHT, G.; VOLPI, N.M.P.; JONER, S.	Um Modelo Matemático Aplicado Ao Dimensionamento E Sequenciamento De Lotes Em Máquinas Distintas Em Paralelo Com Estoques Intermediários Limitados.	2014

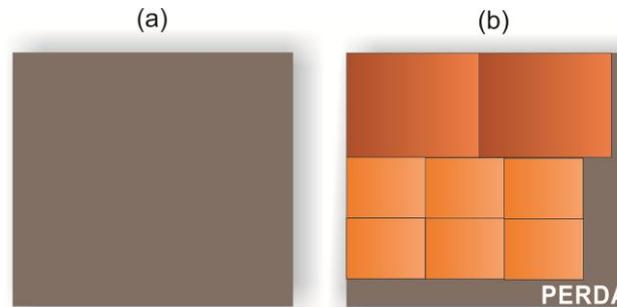
O método de Revisão Integrada auxiliou no processo de seleção de trabalhos, o entendimento e síntese dos mesmos, se tornando assim uma poderosa ferramenta de auxílio a pesquisa.

Problema de Corte- André e Diogo

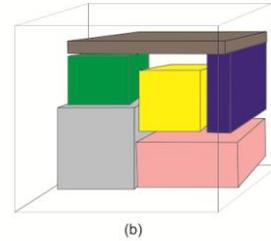
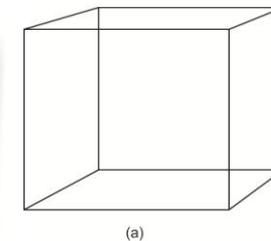
- ▶ Consistem em cortar peças maiores, buscando produzir peças menores, objetivando cortar o menor número de objetos e atender a demanda, otimizando uma função objetivo que pode ser, por exemplo, minimizar o número ou custos de objetos a serem cortados, ou as perdas, entre outros.



(a) objeto;
(b) itens;
(c) exemplo de um padrão de corte.



(a) objeto;
(b) exemplo de um padrão de corte.



(a) contêiner;
(b) exemplo de um empacotamento.

Figura 3: Exemplos de tipos de corte (unidimensional. Bidimensional e tridimensional)

• Metodologia do Trabalho

- ▶ Foi utilizada uma pesquisa bibliográfica, onde foram analisados artigos, dissertações, teses para que fosse mostrada qual a importância do método de problema de localização de facilidade.
- ▶ Segundo Conforto *et. al. apud* Gil (2011), a pesquisa bibliográfica tem um aspecto de exploração, permitindo assim maior familiaridade com os problemas propostos.



Figura 4: Fluxograma da metodologia.

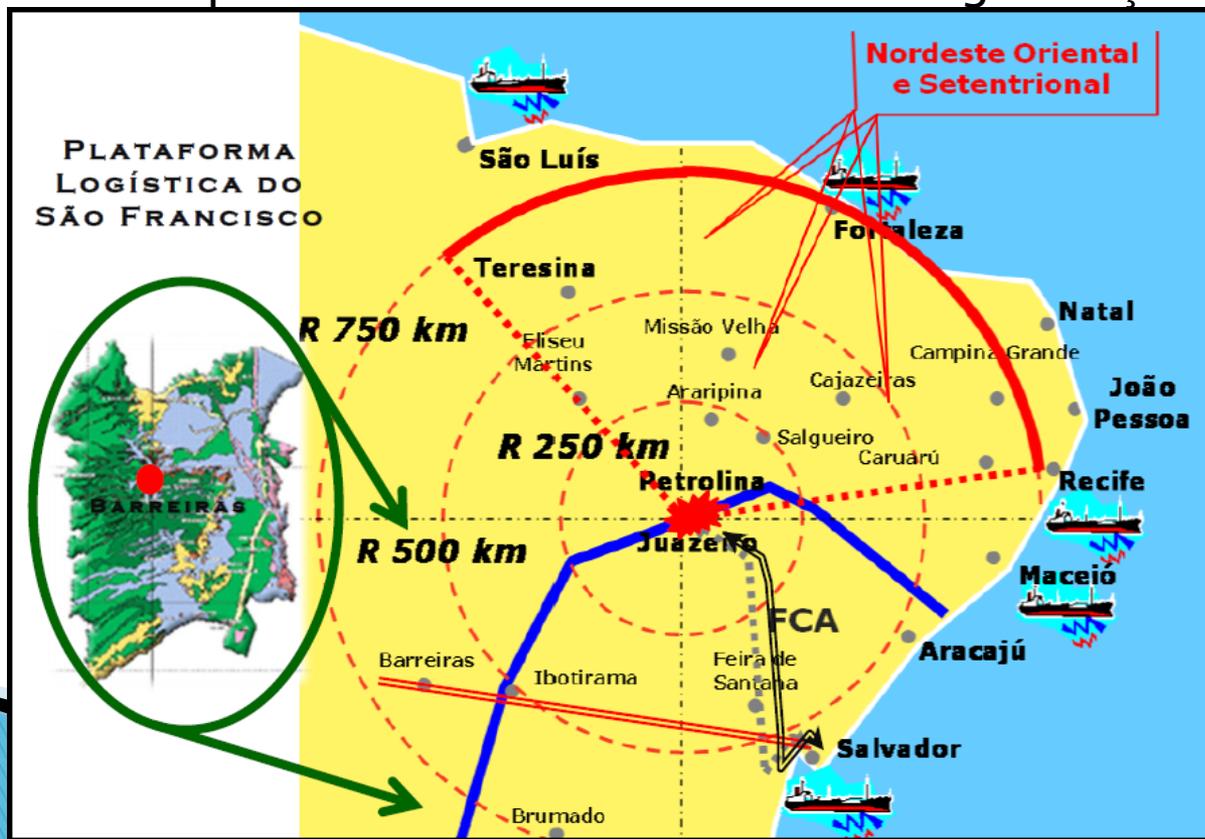
Autores	Títulos	Ano de Publicação
Morabito et al.	Abordagens para otimização integrada dos problemas de geração e sequenciamento de padrões de corte: Caso unidimensional.	2004
Oliveira et al.	Otimização nos padrões de corte de chapas de fibra de madeira reconstituída: um estudo de caso.	2014
Abuabara et al.	Modelos de programação inteira mista para o planejamento do corte unidimensional de tubos metálicos na indústria aeronáutica agrícola.	2008
Queiroz et al.	Investigando o problema de corte de estoque: como reaproveitar as sobras.	2013
Rangel	O problema de corte de estoque em indústrias de móveis de pequeno e médio portes.	2008
Cherri et al.	Uma abordagem <i>fuzzy</i> para o problema de corte de estoque unidimensional com sobras de material aproveitáveis.	2011
Oliveira et al.	Otimização do problema de corte unidimensional: um estudo de caso na indústria papelreira.	2014

Todos os resultados que a pesquisa operacional apresentou para o problema de corte contribuiu para um aumento significativo no desempenho e eficiência da empresa, seja por meio da minimização das perdas, ou pela reutilização das sobras baseadas em um padrão para as mesmas, tornando-as utilizáveis.

Problemas de Localização de Facilidades

- Natanael e Jéfferson

- ▶ Para Ribeiro (2008), a localização de instalações, é uma das decisões mais importante da empresa, pois, existe um alto investimento, além de um grande uso de dados para que se encontrar a localização perfeita, caso exista uma má utilização desses recursos pode ocorrer problemas futuros na vida da organização.



Metodologia do Trabalho

- ▶ Revisão Integrativa: Neste modelo são estudadas as mais diversas obras, sejam elas científicas ou empíricas para que se possa avaliar um determinado fenômeno.
- ▶ O objetivo desse método é o de se criar uma análise sobre conhecimentos construídos em pesquisas anteriores. A Revisão Integrativa permite também a síntese desses trabalhos já concluídos e oferece possibilidades de criação de trabalhos futuros.

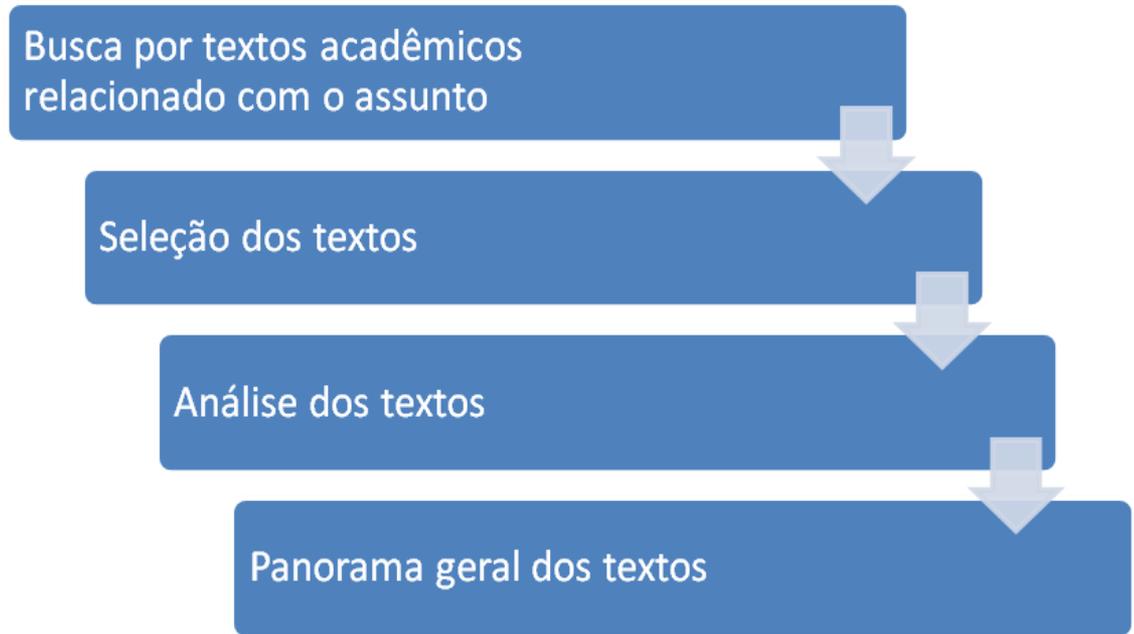


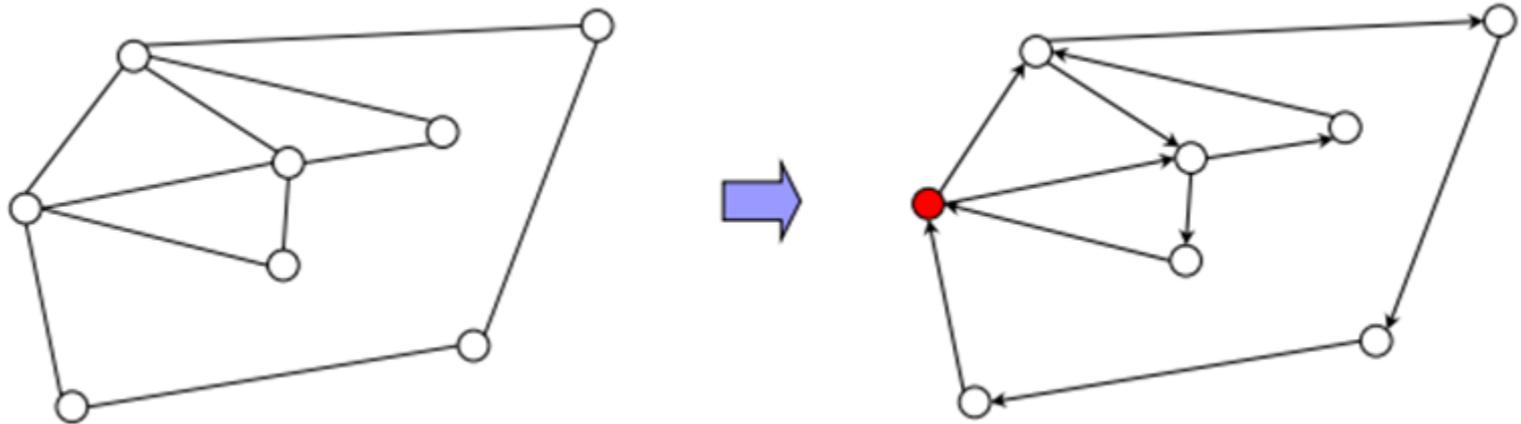
Figura 5 – Fluxograma da realização da revisão bibliográfica sobre localização de facilidade.
Fonte: Os autores (2015)

Autores	Títulos	Ano de Publicação
BATAGLIN, L. M. C.; ALEM, D.	O PROBLEMA DE LOCALIZAÇÃO-DISTRIBUIÇÃO NO MEGADESASTRE DA REGIÃO SERRANA NO RIO DE JANEIRO	2014
FERRI, G. L.; CHAVES, G. L. D.; RIBEIRO, G. M.	ANÁLISE E LOCALIZAÇÃO DE CENTROS DE ARMAZENAMENTO E TRIAGEM DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS PARA A REDE DE LOGÍSTICA REVERSA: UM ESTUDO DE CASO NO MUNICÍPIO DE SÃO MATEUS, ES	2013
COSTA, L.	O PROBLEMA DE LOCALIZAÇÃO CAPACITADO EM DOIS NÍVEIS E SUA APLICAÇÃO AO PLANEJAMENTO DE LOGÍSTICA REVERSA	2009
SALES, D.	UMA HEURÍSTICA PARA O PROBLEMA DE LOCALIZAÇÃO MULTIOBJETIVO DE PLATAFORMA DE PRODUÇÃO DE PETRÓLEO MULTICAPACITADA.	2010
FRIEDRICH, M. K.	Localização de uma fabrica de pneumáticos com modelagem matemática	2010
FERNANDES, I.	Algoritmos para o problema de localização de uma facilidade com distâncias limitadas e restrições de atendimentos.	2010

Os problemas de localização são modelos que são muito complexos, por envolver uma grande quantidade de variáveis. Porém, com a ajuda da programação linear e o avanço tecnológico, foi possível a chegar a algoritmos que implementados podem facilitar o uso dessa ferramenta.

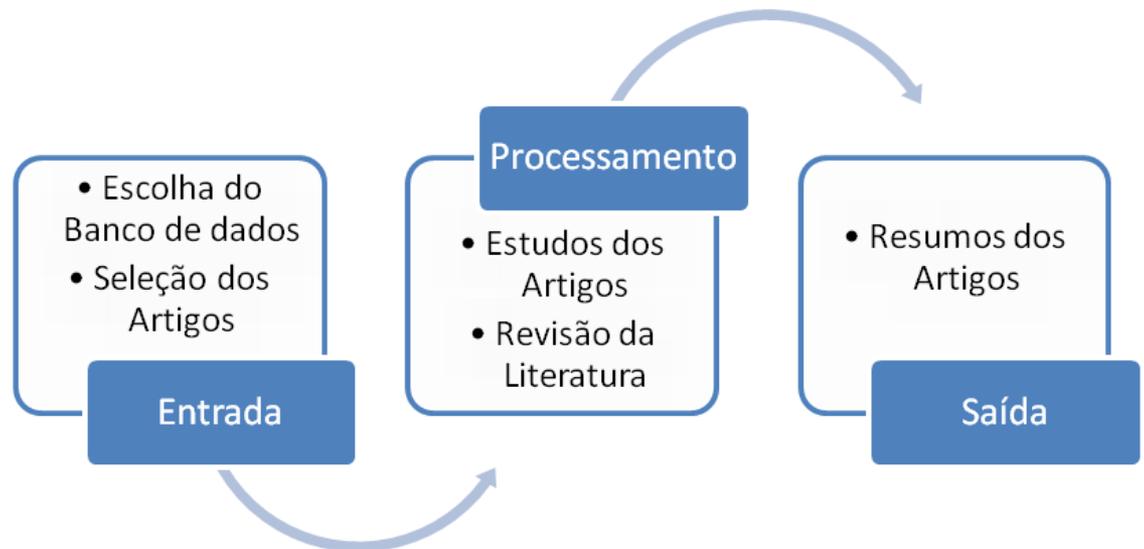
Problema do Carteiro Chinês- Henrique e João Paulo

- ▶ O problema do carteiro chinês é um problema de otimização que tem como objetivo encontrar uma rota que cubra todos os pontos de um arco minimizando a distância total percorrida, dentro do problema existe algumas variações com algumas particularidades, as principais variantes são: problema do carteiro chinês não-orientado, orientado, mistos e carteiro chinês capacitado.



Metodologia do Trabalho

- ▶ **Entrada:** Para facilidade e agilidade do processo, escolheu-se bancos de dados virtuais qualificados e renomados, como o Scielo, Google acadêmico e Portal Capes. A seleção dos artigos foi feita baseada em mecanismos de busca nos sites dos bancos de dados, na qual foi utilizada palavras chaves, publicações nacionais e com a data de publicação nos últimos 5 anos.



- ▶ **Processamento:** Em posse dos artigos, foi realizado um estudo teórico desses trabalhos, a fim de compreender o uso do Problema do Carteiro Chinês.

- ▶ **Saída:** Entende-se como a saída os resumos dos artigos selecionados.

Figura 6 – Roteiro para Revisão Sistemática.
Fonte: Os autores (2015)

Autores	Títulos	Ano de Publicação
Konowalenko, F.	Problema do Carteiro Chinês não-orientado e misto para otimização de rotas na cidade de Irati/PR	2012
Morro, M. F.	Otimização de Rotas usadas na Coleta de Lixo Reciclável: Um estudo de caso.	2014
Rangel, L. A., & Sousa, B. C.	Determinação de Rota Ótima de um Caminhão de Coleta de Resíduos para um Bairro Baseado no Problema do Carteiro Chinês	2010
Detofeno, T. C., & Steiner, M. T.	Otimização das rotas de resíduo sólidos urbanos: um estudo de caso em Joinville - SC	2010
Filho, M. G., & Junqueira, R. d.	Problema do Carteiro Chinês: escolha de métodos de solução e análise de tempos computacionais.	2011
Kripka, M., Barão, F. R., Kripka, R. M., & Mistura, C. M.	Otimização da coleta de resíduos sólidos domiciliares no município de Marau/RS: coleta porta a porta	2011

Nota-se que maior dificuldade dos trabalhos analisados é a aplicação do PCC em larga escala, ou seja, em grandes problemas pois a diversos fatores que podem influenciar, assim dificultando a tomada de decisão que é o principal alvo da utilização das ferramentas da Pesquisa Operacional.

**Pesquisa em Andamento – APLICAÇÃO DA
ANÁLISE ENVOLTÓRIA DE DADOS (DEA) PARA
AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DE PRODUTORES DE
UVA EM MÉDIA ESCALA EM UMA COOPERATIVA NO
SUBMÉDIO DO VALE DO SÃO FRANCISCO**

Leonardo Souza Costa Barros

Análise Envoltório de Dados

- ▶ A Análise Envoltória de Dados constitui-se em um enfoque não paramétrico (não se submete a condições parametrizadas das análises estatísticas e econométricas) baseado em programação matemática linear para estimar a fronteira de possibilidades de produção (FERREIRA e GOMES, 2009).
- ▶ A Análise Envoltória de Dados é uma ferramenta relativamente nova da programação linear, **usada para avaliar a eficiência relativa de um conjunto de organizações denominadas DMUs (*Decision Making Units*), que utilizam processos tecnológicos semelhantes para converter insumos em produtos** (COOPER et al., 2004; FERREIRA; GOMES, 2009; SALGADO JÚNIOR et al., 2009).

Análise Envoltório de Dados

Modelos Principais

- ▶ **O Modelo CCR** (sigla para Cooper, Charnes e Rhoades), também denominado CRS (*Constant Returns to Scale*), surgiu em 1978 e tem como propriedade principal a proporcionalidade entre *inputs* e *outputs* na fronteira, ou seja, ao analisar economias, adotam a hipótese de **rendimentos constantes** de escala, por considerar que o crescimento proporcional dos *inputs* produzirá crescimento proporcional dos *outputs*.
- ▶ **O Modelo BCC** O modelo BCC (sigla para Banker, Charnes e Cooper), também conhecido como VRS (*Variable Returns to Scale*), surgiu em 1984, com o intuito de analisar economias com **rendimentos de escala variáveis (constantes, crescentes e decrescentes)**, tornando-se, assim, uma inovação ao modelo CCR (CALÔBA, 2006; CHARNES et al. 1978; COOK; ZHU, 2008; COOPER et al. 2004; LIMA, 2011; LINS; FERREIRA; GOMES, 2009; RAY, 2004).

Problema de Pesquisa

- ▶ Por quais razões alguns médios produtores de uvas da COANA têm mais eficiência produtiva quando comparados aos seus custos de produção entre eles?

Objetivo Geral

- ▶ Identificar as razões que levam alguns produtores serem mais eficientes do que outros na Cooperativa Agrícola Nova Aliança.

Metodologia

- ▶ **Tipo de Pesquisa é exploratória**, assumindo a forma de um *survey*, pois contempla várias peculiaridades como, por exemplo, o levantamento bibliográfico, o contato direto com os envolvidos com o problema pesquisado através de aplicação de questionários buscando explorar uma situação real.
- ▶ **Quanto à abordagem do problema caracteriza-se como quantitativa**, porque será feita a quantificação da produtividade para a comparação dos produtores de médio porte, buscando compreender os porquês de alguns estarem melhores do que outros.

Etapas Previstas da Pesquisa

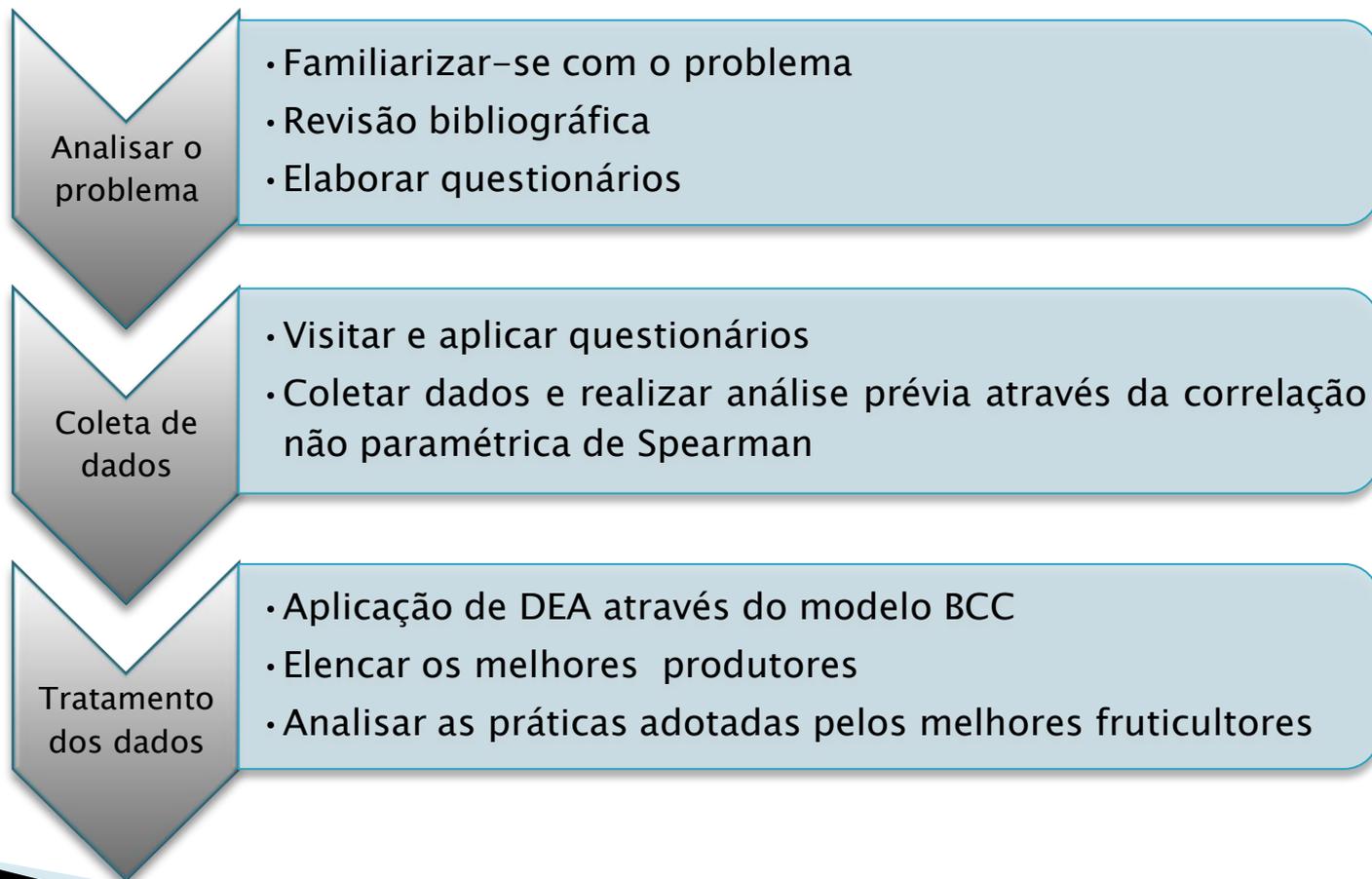


Figura 7- Etapas Previstas da Pesquisa

Fonte: Elaborado pelo autor.

Etapas Previstas da Pesquisa

- ▶ **Campo de Atuação:** COANA
- ▶ **Procedimentos de coleta de dados:**
 - ▶ O foco se dará, nos produtores da COANA, coletando os dados *in loco* sobre os custos envolvidos na produção, são eles: água, fertilizantes, agrotóxicos, mão de obra, máquinas e ferramental.
 - ▶ Além de procurar saber detalhadamente os quantitativos de produção em toneladas por hectare, embora nas negociações se utilize como forma mais comum a produção em caixas, também as receitas geradas pelas vendas dos produtos.
 - ▶ Portanto teremos os dados divididos em duas categorias: *Inputs* e *Outputs*. Além de que os produtores serão respectivamente chamados de DMU's (*Decision Making Units*).

Etapas Previstas da Pesquisa

▶ Tratamento e Análise dos dados

- ▶ Será utilizado o modelo BCC com a orientação aos *inputs*, mostrando a possibilidade dos produtores reduzirem os seus custos de produção a partir da identificação dos insumos que terão maior impacto. Mantendo os *outputs* constantes, só que poderão fazer com menos inputs. A figura abaixo demonstra o processo de transformação que ocorre na produção de uvas em média escala:

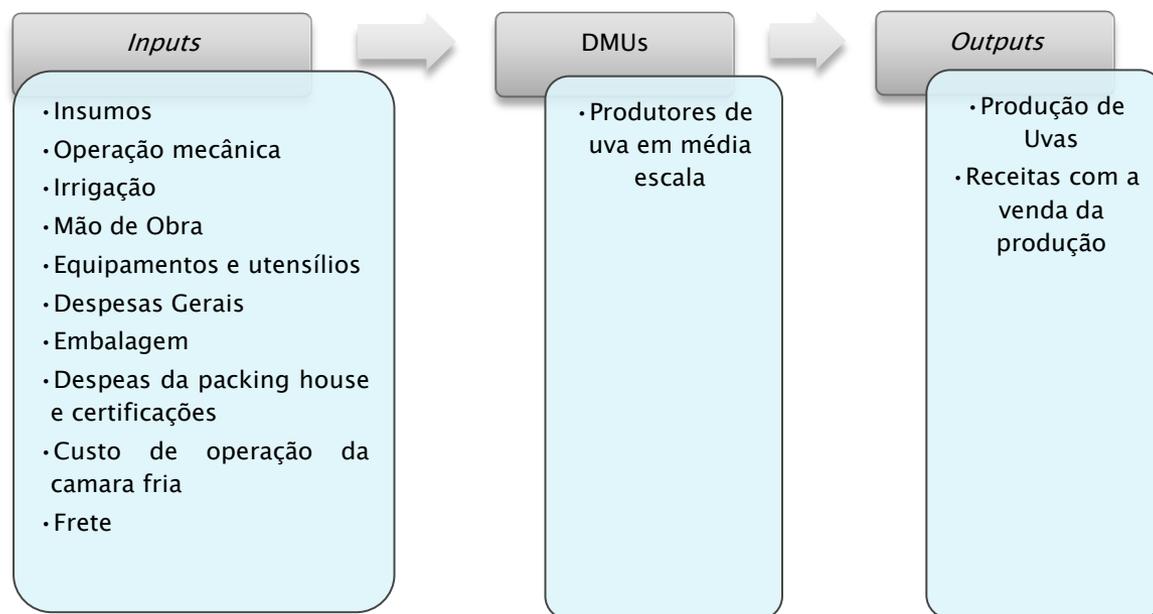


Figura 8- Processo de transformação pelos produtores de uvas

Fonte: Elaborado pelo autor.

Limitações da Pesquisa

- ▶ O fato de que nem todos os produtores registram seus custos e receitas, podendo excluir certa quantidade de DMUs da análise;
 - ▶ Dificuldades de deslocamento para a coleta de dados, incluindo a questão de horários para melhor visitar;
 - ▶ O estudo de caso faz com que o estudo sirva apenas para aqueles que foram inseridos na pesquisa, assim não será possível generalizar para todos os produtores de uvas em média escala.
- 

Referências

- ANDRADE, Eduardo Leopoldino de. **Introdução à pesquisa operacional: métodos e modelos para análise de decisões**. 3. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2004.192 p.
- LACHTERMACHER, Gerson. Pesquisa operacional na tomada de decisões. 2. ed. rev. e atual. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004. 384 p.
- AFONSO, M. H. F. et al. **Como construir conhecimento sobre o tema de pesquisa? Aplicação do processo proknow-c na busca de literatura sobre avaliação do desenvolvimento sustentável**. Rgsa, [s.l.], v. 5, n. 2, p.47-62, 27 fev. 2012. Núcleo PGT/USP. DOI: 10.5773/rgsa.v5i2.424.
- AMIGO, C. R. et al. **métodos para modelagem do processo de desenvolvimento de produtos**: : revisão bibliográfica . Bento Gonçalves: 2012.
- BESSEGATO, L. F.; QUININO, R. da C.; PEREIRA, A. dos R. Planejamento econômico de controle on-line por atributo em presença de erros de classificação. **Produção & Engenharia**, v. 6, n. 1, p.564-574, jan/jun. 2014.
- BORGES, W.; HO, L. L.; TURNES, O. An analysis of Taguchi's on-line quality monitoring procedure for attributes with diagnosis errors. **Applied Stochastic Models in Business & Industry**. v. 17, p. 261-276, 2001.
- ANGULO MEZA, L., BIONDI NETO, L., SOARES DE MELLO, J. C. C. B., GOMES, E. G., & COELHO, P. H. **SIAD – Sistema Integrado de Apoio à Decisão**: uma implementação computacional de modelos de análise de envoltória de dados. Simpósio de pesquisa operacional da marinha, v. 6, 2003.
- FERREIRA, C. M. S. & GOMES, A. P. **Introdução à Análise Envoltória de Dados: Teoria, Modelos e Aplicações**. Viçosa-MG: Editora UFV, 2009.