

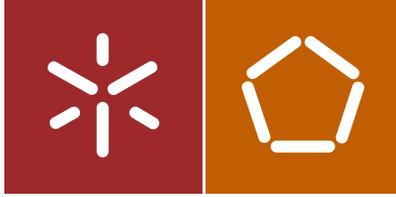


Universidade do Minho  
Escola de Engenharia

Jackson Rodrigo Karnopp

Análise de dados e aplicação de  
modelos estatísticos para apoio à  
decisão de contratação na Petróleo Brasileiro.





Universidade do Minho  
Escola de Engenharia

Jackson Rodrigo Karnopp

Análise de dados e aplicação de  
modelos estatísticos para apoio à  
decisão de contratação na Petróleo Brasileiro.

Dissertação de Mestrado  
Engenharia Industrial

Trabalho efectuado sob a orientação de  
Professor Doutor Lino Costa  
Professor Doutor Paulo Novais

## DECLARAÇÃO

Nome: Jackson Rodrigo Karnopp

Endereço eletrónico: karnopp@live.com Telefone: +55(92)98259-8369

Número do Bilhete de Identidade: FI689521

Título da dissertação:

Modelo inteligente de agrupamento de dados para decisão de contratação na Petróleo Brasileiro

Orientador(es):

Professor Doutor Lino António Antunes Fernandes da Costa e Professor Doutor Paulo Novais

Ano de conclusão: 2015

Designação do Mestrado:

Mestrado em Engenharia Industrial

É AUTORIZADA A REPRODUÇÃO PARCIAL DESTA DISSERTAÇÃO, APENAS PARA EFEITOS DE INVESTIGAÇÃO, MEDIANTE DECLARAÇÃO ESCRITA DO INTERESSADO, QUE A TAL SE COMPROMETE;

Universidade do Minho, \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_\_\_

Assinatura:

À DENISE



## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus por ser luz nos caminhos trilhados. A minha esposa, Denise, pelo incentivo, companheirismo e dedicação; e aos meus orientadores, Doutor Lino Costa e Doutor Paulo Novais, pela disponibilidade, transmissão de conhecimentos e exemplo profissional. Agradeço ainda a Petrobras pela oportunidade de realizar este projeto.



## RESUMO

A presente dissertação enquadra-se na finalização do Mestrado em Engenharia Industrial do Departamento de Produção e Sistemas da Universidade do Minho, e tem como objetivo principal o desenvolvimento de um modelo que apoie a tomada de decisão de contratação numa empresa de Exploração e Produção de Petróleo na Floresta Amazônica, a Petrobras. O modelo foi desenvolvido recorrendo à utilização de técnicas estatísticas aplicadas a dados recolhidos na empresa.

Nesta dissertação, inicia-se a investigação com uma revisão das técnicas estatísticas e métodos que serão aplicados, explicando também conceitos fundamentais.

Apresenta-se e caracteriza-se a empresa em análise, descreve-se a secção de contratação e os processos de contratação utilizados. Foram recolhidos e selecionados os dados mais relevantes para suportar a decisão de contratação, dos quais se destacam: tempos de aquisição, repetições, quantidades das aquisições, pedidos e *stocks*.

Após esta etapa, aplicaram-se técnicas estatísticas aos dados recolhidos. E com base nas análises realizadas são identificadas oportunidades de melhoria. O estudo recaiu nos contratos de fornecimento de longo prazo onde foram então desenvolvidos e analisados modelos para o planeamento da contratação.

O desempenho destes modelos foi analisado e comparado utilizando o método estatístico. O modelo que apresentou a maior aderência aos indicadores foi proposto e comparado com os pedidos emitidos no período de janeiro a dezembro de 2014 e janeiro a outubro de 2015.

Após a apresentação e definição do modelo foram identificadas e apresentadas oportunidades de melhoria, sendo algumas implementadas. Dentre elas: o reagrupamento de itens, o uso dos resultados dos modelos para o planeamento de contratos e a adição de profissionais para atuação na atividade de contratos globais.

**PALAVRAS-CHAVE:** Estatística, Arima, Contratação, Análise de dados, *Data Mining*.



# ABSTRACT

This thesis is part of the requirements for the Master Course in Industrial Engineering in the Department of Production and Systems at the University of Minho.

The primary objective of this project is to develop a model that supports hiring decision in an exploration and production oil company, the Petrobras at Manaus.

The model was developed through the use of statistical methods applied to historical data collected at the Company.

First, it was presented a review of statistical techniques, basic concepts and methods that will be implemented. Next, the company is presented and characterized, describing the procurement department and the hiring processes used. The most relevant data were selected and collected to support the hiring decision: *i.e.*, acquisition times, repetitions, quantities of purchases, orders, and stocks.

Thus, opportunities for improvement were identified, which a later statistical analysis pointed to the long-term contracts. Therefore, it was developed and analyzed models for the long-term supply contracts. The performance of those models were analysed and compared using statistical methods.

Afterwards, a model with the highest adherence to the indicators was proposed and compared with the orders issued in the period from January to december 2014 and January to october 2015.

Finally, the opportunities for improvement were identified, and some of them were implemented: e.g. the cluster of materials, the use of the models to plan the procurement and the increase of buyers to the activity of long-term contracts.

**KEYWORDS:** Statistics, Arima, Procurement, Data Analysis, Data Mining



# ÍNDICE

AGRADECIMENTOS .....	v
RESUMO .....	vii
ABSTRACT .....	ix
LISTA DE FIGURAS .....	xv
LISTA DE TABELAS .....	xvii
LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÓNIMOS .....	xix
1. INTRODUÇÃO E OBJETIVOS .....	1
1.1 Enquadramento .....	1
1.2 Objetivos.....	1
1.3 Metodologia da investigação .....	2
1.4 Organização da dissertação .....	3
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	5
2.1 Gestão da demanda – uma breve introdução .....	5
2.2 As técnicas estatísticas.....	7
2.2.1 Séries temporais .....	8
2.2.2 Séries estacionárias .....	9
2.2.3 Modelo ARIMA .....	10
2.2.4 Akaike information criterion – AIC .....	12
2.2.5 Bayesian information criterion – BIC .....	12
2.2.6 Mean absolute percentage error – MAPE .....	13
2.2.7 Mean absolute error – MAE.....	13
2.2.8 O modelo ARIMA sazonal ou SARIMA .....	13
2.2.9 A curva ROC .....	14
2.3 O data mining .....	15
3. A EMPRESA PETRÓLEO BRASILEIRO .....	17
3.1 O segmento de exploração e produção – E&P .....	17
3.2 Unidade de operações do Amazonas – UO-AM .....	18
3.3 Os departamentos de contratação .....	18
3.4 O processo de contratar bens e serviços na Petrobras .....	19
3.5 Etapas na contratação de bens .....	20

3.5.1	Análise da demanda recebida.....	20
3.5.2	As requisições de compra.....	23
3.5.3	Pedidos de compra .....	23
3.6	Estratégias de contratação .....	24
3.6.1	Contratações sob demanda ou spot .....	24
3.6.2	Contratações internacionais.....	26
3.6.3	Contratos de fornecimento de longo prazo .....	26
3.7	Diligenciamento.....	28
4.	A ESTATÍSTICA PARA SUPORTE A CONTRATAÇÃO NA PETRÓLEO BRASILEIRO .....	31
4.1	A base de dados em estudo.....	31
4.2	Consumo dos itens nos anos de 2004 a 2015 .....	32
4.3	Contratações realizadas pela UO-AM .....	34
4.4	Contratações da UO-AM de outubro de 2004 a fevereiro de 2015 segregadas por modalidade.....	35
4.4.1	Tempos vinculados às modalidades de contratação.....	36
4.4.2	Capacidade de atendimento da UO-AM por comprador para os itens sem contrato e para os itens com contrato.....	39
4.5	Frequência de consumo por item entre janeiro/2011 a dezembro/2013 .....	42
4.5.1	Pedidos emitidos no período em análise .....	44
4.6	Níveis de <i>stock</i> .....	45
5.	PROPOSTAS DE MELHORIAS – O MODELO PROPOSTO PARA AGRUPAMENTO DAS DEMANDAS DE CONTRATAÇÃO.....	47
5.1	Necessidade de aperfeiçoamento do modelo atual de contratação.....	47
5.2	Aplicação de modelo ARIMA para previsão de consumo de itens.....	47
5.3	Modelos de planejamento de contratação utilizados na Petrobras e análise por modelos estatísticos .....	54
5.3.1	Modelo 1 - Histórico de pedidos e <i>stocks</i> .....	55
5.3.2	Modelo 2 – previsão de contrato para itens de ressuprimento .....	56
5.4	Proposta de um novo modelo de planejamento para contratos globais .....	57

5.4.1	Teste 1 – Tempos de <i>stock</i> .....	57
5.4.2	Teste 2 – Frequência de consumo e <i>stocks</i> .....	58
5.4.3	Teste 3 – Quantidade de pedidos em 36 meses, frequência de consumo em 36 meses e <i>stocks</i> x consumo em 36 meses .....	58
5.5	Comparação dos modelos 1,2 e do modelo proposto no atendimento dos pedidos emitidos em 2014.....	60
5.6	Comparação dos modelos 1, 2 e do modelo proposto no atendimento dos pedidos emitidos em 2015.....	61
6.	CONCLUSÕES .....	65
6.1	Trabalhos futuros .....	65
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	67
	ANEXOS.....	69
	Anexo I – Quantidade de itens por grupo e consumo - outubro/2004 a fevereiro/2015. ....	70
	Anexo II - Gráficos Q-Q normais para tempo de criar pedido.....	71



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Supply chain management “multielios” .....	6
Figura 2 – Exemplo de série estacionária.....	9
Figura 3 – Diagrama de construção do modelo Box-Jenkins.....	10
Figura 4 – Cadeia de valor da área de Exploração e Produção.....	17
Figura 5 – Bacias sedimentares da Amazônia.....	18
Figura 6 – Etapas da contratação de bens .....	20
Figura 7 – Fluxo de processos na Gestão da Demanda.....	22
Figura 8 – Etapas após a confirmação da necessidade até a entrega dos bens.....	23
Figura 9 – Fluxo da contratação de bens.....	25
Figura 10 – Fluxograma para criação de contratos globais.....	27
Figura 11 – Fluxograma de emissão de pedidos vinculados a contratações globais.....	28
Figura 12 – Fluxograma de diligenciamento dos pedidos.....	29
Figura 13 – Participação da gerência de contratação UO-AM no atendimento das demandas da UO-AM no Período 2004 a 2015 .....	35
Figura 14 – Consumo de outubro/2004 a dezembro/2014 – cimento .....	49
Figura 15 – Correlograma de erros ACF – cimento.....	50
Figura 16 – Previsão de volume de janeiro a dezembro de 2014 com ARIMA (0,1,1) – cimento .....	50
Figura 17 – Consumo de outubro/2004 a dezembro/2014 – luvas de segurança.....	52
Figura 18 – Correlograma de erros ACF – luvas de segurança .....	53
Figura 19 – Previsão de volume de janeiro a dezembro de 2014 com ARIMA (0,1,1)(0,1,1) – luvas de segurança.....	53
Figura 20 – Curvas ROC dos testes 1, 2 e 3 x Pedidos emitidos em 2014 .....	60
Figura 21 – Curvas ROC dos modelos 1, 2 e proposto x Pedidos emitidos em 2014.....	61
Figura 22 – Comparação de curva ROC para os Modelos 1, 2 e modelo proposto x Pedidos emitidos em 2015 .....	62
Figura 23 - Aderência à curva de normalidade para tempo de criar pedidos de importação ...	71
Figura 24 - Aderência à curva de normalidade para tempo de criar pedidos, itens com vínculo a contrato - nacionais.....	71
Figura 25 - Aderência à curva de normalidade para tempo de criar pedidos para itens sem vínculo a contrato - nacionais.....	72

Figura 26 - Aderência à curva de normalidade para tempo de criar pedidos nos pedidos de transferência de <i>stocks</i> .....	72
Figura 27 - Aderência à curva de normalidade para tempo de criar pedidos nos pedidos de importação.....	72

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Classificação dos atributos de dados .....	8
Tabela 2 – Contingência 2x2 na teoria de detecção de sinal.....	14
Tabela 3 – Distribuição das compras da UO-AM por modalidade e tempos.....	24
Tabela 4 – Análise de Pareto, consumos ocorridos entre itens/2004 a fevereiro/2015.....	33
Tabela 5 – Eventos de consumo por itens distintos – outubro/2004 a fevereiro/2015.....	33
Tabela 6 – Itens da UO-AM atendidos por estruturas de contratação do E&P.....	34
Tabela 7 – Itens adquiridos e segregados por modalidade de compra.....	36
Tabela 8 – Estatística descritiva dos tempos de compra e de entrega para cada modalidade de compra.....	37
Tabela 9 – Comparação de tempos médios de colocação de pedidos por ano para os itens com vínculo a contratos globais 2004 a 2015 .....	38
Tabela 10 – Atendimento médio de itens sem vínculo a contratos globais 2013 a 2014.....	39
Tabela 11 – Emissão de contratos para oportunidades distintas entre janeiro/2014 a janeiro/2015.....	40
Tabela 12 – Emissão de contratos para grupos distintos entre janeiro/2014 a janeiro/2015 ...	41
Tabela 13 – Distribuição mensal da frequência de consumo dos itens no período janeiro/11 a dezembro/13 – 36 meses .....	43
Tabela 14 – Distribuição mensal da frequência de consumo dos itens de janeiro/2012 a dezembro/2013– 24 meses .....	43
Tabela 15 – Distribuição mensal da frequência de consumo dos itens de janeiro/2013 a dezembro/2013 .....	44
Tabela 16 – Distribuição dos pedidos emitidos de janeiro /2011 a dezembro/2013.....	45
Tabela 17 – Análise dos stocks de dezembro/2013 x consumo médio (Anual, 2011–2012 e 2011–2013).....	46
Tabela 18 – Análise de pareto, consumos ocorridos entre outubro/2004 a fevereiro/2015 ....	48
Tabela 19 – Consumo previsto x realizado em 2014 – cimento .....	51
Tabela 20 – Previsto x realizado em 2014 para luvas de segurança .....	54
Tabela 21 – Tabulação cruzada para modelo histórico de pedidos x Pedidos emitidos em 2014 .....	55
Tabela 22 – Tabulação cruzada modelo parâmetros x Pedidos emitidos em 2014.....	56
Tabela 23 – Tabulação cruzada do teste 1 x Pedidos emitidos em 2014 .....	57

Tabela 24 – Tabulação cruzada do teste 2 x Pedidos emitidos em 2014 .....	58
Tabela 25 – Tabulação cruzada do teste 3 x Pedidos emitidos em 2014 .....	59
Tabela 26 – Comparação de itens a ser contratados nos modelos atual e modelo proposto ....	63
Tabela 27 – Quantidade de itens por grupo de mercadorias e consumo – outubro/2004 a fevereiro/2015 .....	70

# LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÓNIMOS

ACC – Acurácia ou exatidão

ACF – *Autocorrelation function*

ARIMA – *Auto regressive integrated moving average*

ARMA – *Auto-regressive moving average*

BIC – *(Normalized) Bayesian information criterion*

BW – *Business Warehouse* – Ferramenta desenvolvida pela empresa SAP para extração de relatórios do sistema ERP

CERTAME – Descritivo do item e das condições de aquisição do mesmo

CPT – Unidade de Construção de Poços Terrestres

ERP – *Enterprise Resourcing Planning*

E&P – Exploração e Produção

E&P-NNE – Exploração e Produção do Norte e Nordeste

FFP – Fração de falsos positivos

FN – Falso negativo

FP – Falso positivo

FVN – Fração preditiva negativo

FVP – Fração preditiva positivo

GDP – Gross Domestic Product, todos os produtos e serviços fins produzidos em um país em uma determinada janela de tempo

GRUPO DE MERCADORIAS – Itens com características que permitam agrupamento em características ou grupos maiores

MM – Módulo de materiais no sistema ERP SAP

MRP – Manufacturing Resourcing Planing é o plano de ressurgimento de materiais

NRQT – Bens que não requerem qualificação técnica para aprovação

PAI – Petrobras America

PACF – Partial autocorrelation function ou função de autocorrelação parcial

PDM – Plano descritivo de material

Q-Q – Método gráfico para comparar distribuição de probabilidades, por intervalo de quantis entre dois conjuntos de dados

RQT – Bens que requerem qualificação técnica para aprovação

SPOT – Aquisições pontuais para atender demandas não previstas ou sem histórico elevado de repetições de consumo

TIC – Tecnologia da informação e comunicações

UCL e LCL – Limites de controle superiores (UCL) e inferiores (LCL) demonstram o range possível de acurácia nas previsões e são amplamente difundidos nas teorias de 6 Sigma

UO – Unidade de Operações

UO-BA – Unidade de Operações de E&P da Bahia

UO-AM – Unidade de Operações de E&P da Amazônia

UO-RNCE – Unidade de Operações de E&P do Rio Grande do Norte e Ceará

UO-SEAL – Unidade de Operações de E&P de Sergipe e Alagoas

VN – Verdadeiro negativo

VP – Verdadeiro positivo

ZRCT – Classificação no ERP SAP R/3 utilizada na Petrobras para identificar itens vinculados a contrato de fornecimento de longo prazo

ZSCT – Classificação no ERP SAP R/3 utilizada na Petrobras para identificar itens para aquisição SPOT

# 1. INTRODUÇÃO E OBJETIVOS

## 1.1 Enquadramento

Na sociedade atual, uma grande quantidade de dados são gerados e coletados pelas organizações. Apesar de todo esse volume de dados, analisá-los para tomar decisões e definir que informação será ou não efetivamente útil para o negócio é ainda um grande desafio.

Montgomery (2011) refere que uma coleção efetiva de dados pode simplificar enormemente a análise e implementar o conhecimento da população ou processos que estão sendo estudados. Xu et al (2014) descreve a mineração de dados (*data mining*) como o processo em que se pretende descobrir padrões e gerar conhecimento em grande quantidade de dados, sendo esta uma disciplina altamente orientada para aplicações.

Nesta perspectiva, a presente dissertação tem como principais objetivos desenvolver modelos para prever o consumo de itens e para apoiar a decisão de contratação com base em dados históricos de uma secção de contratação de bens para uma indústria de exploração de Petróleo na Floresta Amazônica, a Petrobras. Para esse propósito, realizaram-se consultas a uma base de dados de consumo e de contratação de bens para dados históricos no período compreendido entre outubro de 2004 e outubro de 2015. Estes dados foram tratados, analisados e utilizados no desenvolvimento de modelos estatísticos. Centraram-se esforços no teste de hipóteses e na geração de um modelo conceptual que suporte estratégias de contratações futuras e que possa agregar conhecimento para esta área da ciência.

## 1.2 Objetivos

O principal objetivo, com base no estudo do histórico de consumo e de aquisições realizadas por um determinado setor de contratação da Companhia, e recorrendo à aplicação de métodos estatísticos, será ampliar a capacidade de análise para decisão de contratação futura. Este objetivo geral segmenta-se nos seguintes objetivos específicos:

- Analisar e classificar os tempos de *stock* por modalidades de aquisição;
- Analisar e classificar repetições de consumo e de pedidos por item;
- Classificar itens por grupos maiores e mais adequados ao mercado;
- Sugerir modelo conceptual para planeamento de contratos;

- Criar metodologia para estimar a capacidade de atendimento para as principais metodologias de contratação da gerência.

### 1.3 Metodologia da investigação

Adotou-se a metodologia de investigação *Action Research*. O investigador e eventuais colaboradores identificam o problema e durante determinado tempo, realizam trabalho para o resolver, identificando então, quão eficaz foram os esforços. O investigador atua no ambiente de trabalho e interage quando necessário.

As ações são segmentadas em cinco etapas, sendo elas:

- Diagnóstico;
- Planeamento de ações;
- Implementação de ação;
- Avaliação dos resultados;
- Aprendizagem com apresentação de resultados obtidos.

O projeto incidiu na procura, análise de dados que possam apresentar melhorias no planeamento e nos resultados da seção de contratação de bens em análise. Realizou-se pesquisa, baseada em publicações científicas e livros com os temas em questão. Após a pesquisa, fez-se a análise crítica da literatura, sintetizando as informações mais relevantes sobre o tema.

Inicialmente, foi realizado um panorama e diagnóstico da situação atual da seção de contratação de bens. Para isto foram analisados os padrões de contratações e estudados os fluxos internos. Foram então levantados os dados históricos de aquisição, modelos de planeamento utilizados atualmente; levantamentos estatísticos e testes de hipóteses, identificando-se caminhos a seguir que trariam os resultados esperados. Procedeu-se então à identificação de propostas de melhoria e de estimativas de ganhos previstas.

Finalmente, foi realizada uma análise dos resultados obtidos após a implementação, comparando a situação atual e a situação proposta, de forma a serem conhecidas as vantagens conseguidas com as sugeridas análises. Resumiram-se então os resultados das propostas implementadas e das propostas em processo de implementação e apresentaram-se propostas de trabalho futuro, tendo como foco aperfeiçoar os processos dessa gerência.

## **1.4 Organização da dissertação**

A presente dissertação está organizada em seis capítulos. No primeiro capítulo é feita a introdução, referindo o enquadramento, os objetivos, a metodologia de investigação e a estrutura da dissertação.

No segundo capítulo é apresentada uma revisão bibliográfica com enfoque nas técnicas estatísticas e métodos que serão aplicados, explicando também conceitos fundamentais.

Posteriormente, no terceiro capítulo apresenta-se a empresa, área de atuação, produtos, fluxos e processos de contratação da gerência analisada.

No que concerne ao quarto capítulo são apresentados os dados de contratação. Procede-se à elaboração de hipóteses, classificação dos dados, análise dos consumos, pedidos e tempos de aquisição.

No quinto capítulo apresentam-se propostas de melhorias e esforços necessários para aperfeiçoar os resultados auferidos e discute-se a aderência dos métodos propostos.

No sexto capítulo apresentam-se as conclusões deste trabalho, bem como algumas sugestões para trabalhos futuros.



## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo é realizada uma revisão bibliográfica dos conceitos chave para o desenvolvimento deste trabalho. Esta revisão centra-se nos conceitos produtivos para gestão de demandas e nas técnicas de previsão baseadas em séries temporais e ferramentas estatísticas utilizadas. Inicialmente, são abordados conceitos estatísticos fundamentais, a distribuição de dados e conceitos de *enterprise resource planning* - ERP para análises de itens. Apresentam-se na sequência os conceitos de parametrização, detalham-se os modelos de previsão ARIMA e o funcionamento da curva ROC para suporte à decisão de contratar.

### 2.1 Gestão da demanda – uma breve introdução

Para Slack, Chambers & Johnston (2009), uma das questões mais importante no planeamento e no controle da produção é a gestão das informações geradas pela atividade que está sendo analisada.

Carter & Choi (2008) destacam a importância do gerenciamento e da gestão da demanda interna e externamente nas organizações em sete atributos principais:

1. Prover fluxo constante de itens e serviços para as operações;
2. Manter o investimento em *stocks* no mínimo;
3. Maximizar a qualidade dos processos;
4. Achar e desenvolver fornecedores de componentes internacionalmente;
5. Padronizar solicitações de produtos e serviços;
6. Comprar itens e serviços pelo menor custo total;
7. Desenvolver relacionamentos entre as atividades fabris.

Com base nestes fundamentos para a continuidade das operações, surgiram os sistemas *enterprise resource planning* (ERP) que permitem a integração das decisões e bases de dados de todas as partes da organização refletindo nos sistemas de planeamento e controle.

Slack, Chambers & Johnston (2009) destacam o ERP como um processo que ajuda as empresas a fazerem cálculos de quantidades e tempos. Integrar a cadeia produtiva de fornecedores, fabricantes, distribuidores e consumidores de forma que o produto é produzido e distribuído nas quantidades corretas é uma forma de minimizar os custos do sistema produtivo, como pode ser observado na figura 1 (Khan, 2010) onde a complexidade das relações entre estes mercados é realçada. Na parte superior da figura, os fornecedores de matérias-primas apresentam como características a variabilidade de preços e a capacidade de

atender as demandas. A indústria, na parte central da figura, atende as demandas lidando com as variáveis de prazo e quantidades exíguas. Ao lado esquerdo da figura, observam-se os processamentos e análises nos sistemas internos da indústria que recebe demandas dos centros de consumo e reencaminha para os centros de ressuprimento. Este, por sua vez recebe ordens de produção, e deve estar constantemente atento as ofertas de matérias prima, além de suprir os fornecedores com informações de ordens e ofertas de itens para mitigar os riscos e ampliar os resultados dos negócios.

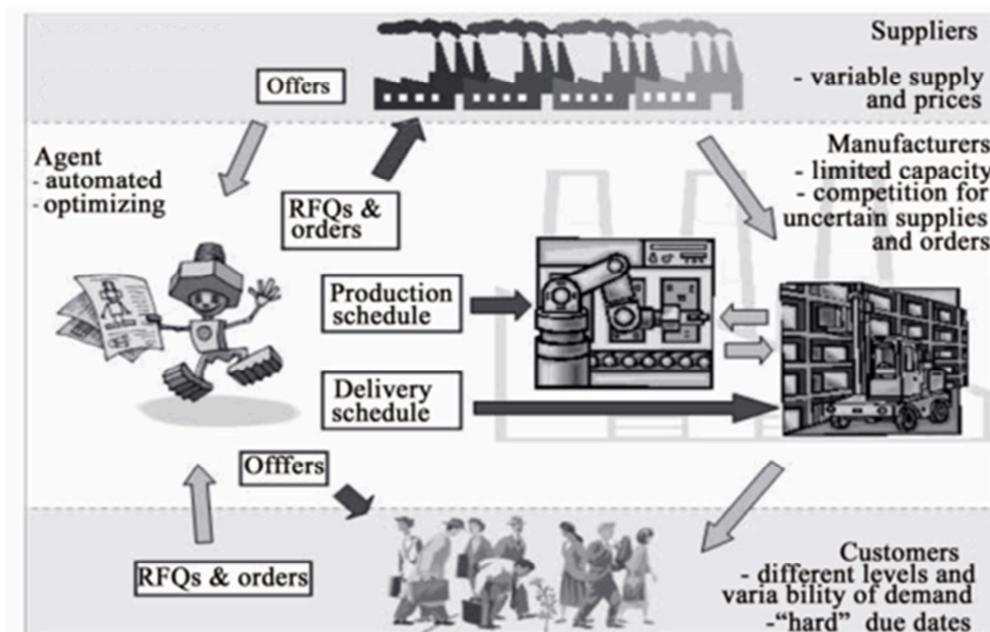


Figura 1 – Supply chain management “multiobjetivos”

Fonte: (Khan, 2010)

Aliado ao processo de planejamento, o sucesso das organizações é também devido à assertividade nas previsões de demandas, evitando assim desperdícios na aplicação de recursos que não serão utilizados.

Esta assertividade passa a ser uma vantagem estratégica. Carter & Choi (2008) explicam que a previsão de demanda vincula-se a previsão estatística e também a um consenso do processo produtivo.

## 2.2 As técnicas estatísticas

A estatística surgiu da necessidade de tratar dados numéricos obtidos pelas observações e, com estes dados, permitir a elaboração de conclusões sobre os mesmos (Castanheira, 2005).

A estatística, por ter um domínio amplo nas diversas ciências, apresenta vários conceitos. Para Toledo & Ovalle (1985) é uma metodologia desenvolvida com objetivos de coletar, classificar, apresentar, analisar, e interpretar dados quantitativos, utilizando posteriormente para tomada de decisões. Montgomery & Runger (2011) destacam a estatística como uma ciência que ajuda a tomada de decisões e conclusões na presença da variabilidade.

Stevenson (1981) apresenta três funções da estatística: a estatística descritiva para a organização e resumo de informações complexas; a probabilidade para analisar situações que envolvem o acaso; e a inferência que trata da análise e interpretação de dados amostrais.

Para descrever e analisar determinada população reduzindo os dados a proporções mais aceitáveis, a estatística utiliza os conceitos de estatística descritiva (Toledo & Ovalle, 1985).

Dentre alguns dos conceitos utilizados em estatística descritiva, tem-se a média, como sendo a soma dos resultados dividido pelo número deles; a mediana como o ponto central de um conjunto de dados ordenados; e a moda como o valor de uma pesquisa que ocorre com maior frequência (Castanheira, 2005). Estas medidas medem a tendência central dos dados. Outras medidas podem ser calculadas para medir a dispersão ou o ajuste de uma determinada distribuição aos dados. Assim, quando se pretende verificar a distância dos dados em relação a média, utiliza-se a variância; e para analisar a distribuição de frequências e quanto esta medida é achatada em relação a uma curva normal, utiliza-se a curtose (Castanheira, 2005).

Os dados podem resultar de medições ao longo do tempo. Neste caso, Esling & Agon (2012), explicam que os valores de mensurações ocorridos com estas características constituem uma série temporal, e que o objetivo de minerar estes dados temporais é tentar extrair um conhecimento útil da forma que estes dados são apresentados.

Os dados ou atributos podem ser classificados de acordo com a tabela 1.

Tabela 1 – Classificação dos atributos de dados

Fonte: Adaptado (TAN et al., 2009)

TIPO ATRIBUTO	DESCRIÇÃO	EXEMPLOS
NOMINAL	Nomes diferentes para diferenciar um objeto de outro	Grupo de itens, Unidade de medida do item
ORDINAL	Ordenam os objetos em sequência.	Número do pedido de compras, Numero da requisição
INTERVALAR	Dados vinculados principalmente a unidades de Medida	Datas do pedido de compras
PROPORCIONAL	Comparam grandezas em termos percentuais ou absolutos	Valor do pedido em moeda corrente

Muitos gestores utilizam factos e eventos futuros na tomada de decisões. O processo de tomada de decisão pode ser auxiliado por modelos baseados em métodos qualitativos e quantitativos.

Muitos desses métodos quantitativos recorrem a técnicas estatísticas que utilizam dados históricos de uma variável aleatória a partir de uma série temporal desta variável. Desta forma, é possível descrever a dependência desta variável em relação ao tempo decorrido.

### 2.2.1 Séries temporais

Segundo Souza & Camargo (1989) quando os fenómenos observados e quantificados numericamente geram uma sequência de dados distribuídos no tempo, tem-se uma série temporal.

A quantidade de matéria-prima consumida, o preço de um produto, a temperatura diária de uma determinada cidade e a cotação de uma moeda de determinado país durante determinado período de tempo são exemplos comuns de séries temporais. Uma série temporal pode ser apresentada de diversas formas: diárias, mensais, trimestrais, semestrais.

Pindyck e Rubinfeld (2004) classificam os modelos de previsão de séries temporais em dois tipos: modelos determinísticos e modelos estocásticos. Esses dois modelos assumem o comportamento histórico das observações analisadas para prever seus componentes futuros,

mas os modelos determinísticos não fazem referência às fontes ou a natureza aleatória subjacente à série.

### 2.2.2 Séries estacionárias

Uma série temporal é dita estacionária quando ela se desenvolve aleatoriamente no tempo ao redor de uma média e variância constantes no tempo e a covariância entre os valores defasados da série depende apenas da “distância” temporal entre eles, apresentando alguma forma de equilíbrio estável, conforme se pode observar o exemplo da figura 2.

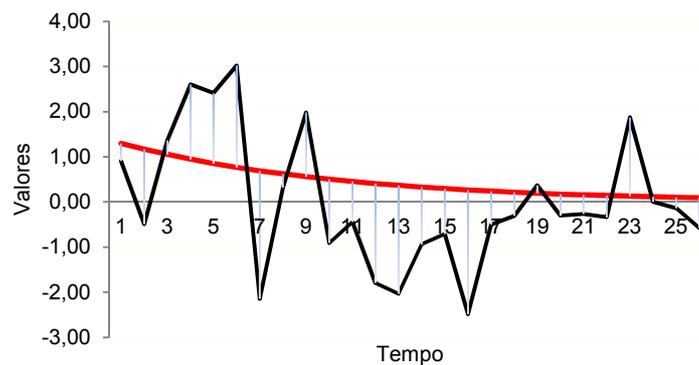


Figura 2 – Exemplo de série estacionária

Fonte: Autor

Quando uma série não é estacionária, pode-se através de processos de diferenciação de variável em relação a períodos defasados, transformá-las em séries estacionárias.

- Diferenciação de primeira ordem para uma primeira diferença:

$$X'_t = (1 - B)X_t = X_t - X_{t-1}$$

- Diferenciação de primeira ordem para uma segunda diferença:

$$X'_t = (1 - B^2)X_t = X_t - X_{t-2}$$

- Diferenciação de segunda ordem:

$$X'_t = (1 - B)^2 X_t = (X_t - X_{t-1}) - (X_{t-1} - X_{t-2})$$

Para auxiliar a identificação de séries estacionárias faz-se uso da ACF, ou função de autocorrelação. A ACF representa a correlação dos coeficientes e os erros padrões em lacunas

(lags) de tempo para uma determinada escala de avaliação. Esta é uma medida que informa o quanto o valor de uma variável aleatória é capaz de influenciar as observações próximas.

Os valores da autocorrelação ocorrem entre os valores 1, considerada a correlação perfeita e -1, o que significa anti-correlação perfeita. Ocorrendo o valor 0 há ausência de correlação.

A autocorrelação parcial ou PACF é outro método útil para examinar as dependências de série trazendo uma visão mais objetiva das séries dependentes. A PACF é uma extensão de autocorrelação onde a dependência sobre os elementos dentro do desfasamento é removida. Por outras palavras, a autocorrelação parcial é semelhante a autocorrelação, exceto que durante o cálculo, as correlações com todos os elementos dentro da retardação são retirados, conforme explica Box & Jenkins (1970).

Na análise de séries temporais, o correlograma é o gráfico utilizado para demonstrar os valores de ACF e PACF, e permite evidenciar a estrutura de dependência linear entre os dados analisados e auxiliar a detecção da estacionariedade.

Quando no correlograma o coeficiente de correlação inicial se mostra elevado e com o crescimento das defasagens este comportamento declina lentamente, é característico de uma série não estacionária. Em contraste, quando no correlograma o coeficiente de correlação cai abruptamente logo após as primeiras defasagens é característico que o processo estocástico é aleatório ou estacionário.

### 2.2.3 Modelo ARIMA

O modelo Box-Jenkins ou Auto Regressivo Integrado de Média Móvel (ARIMA) é comumente utilizado para a previsão de séries temporais. Este método tem como objetivo modelar matematicamente o comportamento da autocorrelação entre os valores a serem analisados.

A estratégia para a construção do modelo é baseada nos próprios dados e segue o diagrama apresentado na figura 3:



Figura 3 – Diagrama de construção do modelo Box-Jenkins

Fonte: Adaptado (Box & Jenkins, 1970).

Os modelos ARIMA resultam na combinação de filtros, ou componentes para a modelagem de uma série. Os filtros utilizados (p, d, q) referem-se, respectivamente:

- p ou AR refere-se ao número de termos auto-regressivos;
- d ou I de integração do número de diferenças;
- q ou MA o número de termos da média móvel.

Nos filtros AR a série de dados é formada pelos valores regredidos e pelo ruído  $\alpha_t$ . Abaixo, a fórmula demonstra o valor presente  $X_t$  sendo este uma função linear dos valores passados  $X_{t-i}$  e de uma função aleatória  $\alpha_t$ . Esta, por sua vez é uma variável aleatória independente descrita por uma distribuição de probabilidade contínua normal com média zero e variância  $\alpha_a^2$ . Para encontrar os coeficientes de regressão,  $\phi_p$  utilizam-se as técnicas de mínimos quadrados:

$$X_t = \delta + \phi_1 X_{t-1} + \phi_2 X_{t-2} + \dots + \phi_p X_{t-p} + \alpha_t$$

A aplicação do filtro de integração (I) ocorre quando a série histórica não é estacionária. A série é transformada com as diferenças sucessivas da original, até obter-se a série estacionária:

$$\Delta Z = Z_r - Z_{r-1}$$

A quantidade/número de diferenças necessárias para tornar a série de dados em estacionária é o valor localizado no parâmetro de integração d. O valor presente  $X_t$  é uma função linear dos valores passados erros  $\alpha_{t-i}$  e  $\theta_q$  são os coeficientes de regressão, constantes e reais:

$$X_t = m + a_t - \theta_1 a_{t-1} - \theta_2 a_{t-2} - \dots - \theta_q a_{t-q}$$

A definição de qual modelo utilizar deverá ocorrer apenas após a definição da estacionariedade e sazonalidade da série.

Após as estimações dos parâmetros, passa-se para a etapa de verificação. Nesta etapa, avaliam-se o número de parâmetros do modelo, e também se a correlação de erros resultantes estão autocorrelacionados.

Fava (2000) sugere verificar a super ou subespecificação dos parâmetros do modelo. Em coeficientes estimados pequenos em relação ao erro-padrão, é provável a superespecificação. Sendo o coeficiente de menor ordem, orienta-se analisar a correlação com os demais coeficientes para verificar a redundância. Caso o coeficiente seja de maior ordem, deve-se suprimi-lo.

Para analisar a subespecificação, faz-se a introdução de um parâmetro e a cada nova estimação, verifica-se sua significância estatística.

Havendo empate, escolhe-se o modelo com a menor estimativa de variância e para os critérios AIC e BIC.

#### 2.2.4 Akaike information criterion – AIC

O critério de informação Akaike estima a qualidade de cada modelo em relação a cada um dos outros modelos fornecendo um meio para seleção de modelos:

$$AIC = \ln \hat{\sigma}^2 + \frac{2}{n}r$$

$\hat{\sigma}^2$  = ao quociente entre a soma dos quadrados dos resíduos e o número de observações;

$n$  = ao número de observações;

$r$  = ao número total de parâmetros, incluindo o termo constante, do modelo ARIMA.

O modelo preferido será o que apresentar o valor mínimo da AIC.

#### 2.2.5 Bayesian information criterion – BIC

O Bayesian Information Criterion (BIC) ou Critério de Informação Bayesiano é um critério de seleção para modelos estatísticos com distribuição normal por verossimilhança.

Wolfinger (1993) destaca que o critério tem como pressuposto a existência de um modelo que descreve a relação entre a variável dependente e as diversas variáveis explanatórias entre os diversos modelos selecionados, sendo este, o modelo verdadeiro.

Deste modo, o critério pode medir a eficiência de um modelo parametrizado e com isto prever a informação em análise. O modelo com menor BIC é considerado o de melhor ajuste ou aderência. A sua fórmula de cálculo é expressa por:

$$BIC = -2 \log f(X_n|\theta) + p \log n$$

Sendo:

- $f(X_n|\theta)$  = função de verossimilhança;
- $\Theta$  = Vetor dos parâmetros  $\Theta$ ;
- $p$  = Número de parâmetros do modelo;
- $n$  = tamanho da amostra.

### 2.2.6 Mean absolute percentage error – MAPE

O *Mean absolute percentage error* (MAPE) ou Média Absoluta da Percentagem de Erros é também conhecido como média absoluta percentual de desvios (MAPD). É uma medida de exatidão do modelo de previsão definido pela seguinte fórmula:

$$\text{MAPE} = \frac{100}{N} \times \sum_{i=1}^N \left| \frac{x_i - \hat{x}_i}{x_i} \right|$$

- $\{x_i\}$  é o valor atual da série temporal;
- $\{\hat{x}_i\}$  é o valor estimado da série temporal;
- $N$  é o tamanho da amostra em itens válidos.

### 2.2.7 Mean absolute error – MAE

O *Mean Absolute Error* (MAE) ou média de erros absolutos é a média das diferenças em valor absoluto entre os valores observados e os valores previstos correspondentes. Esse indicador analisa a magnitude média de erros em um conjunto de previsões sem considerar a direção destes erros. O MAE atua de forma linear, assim todas as diferenças individuais são ponderadas igualmente na média. Quanto mais próximo de zero, menores são as diferenças encontradas. O MAE é calculado por :

$$\text{MAE} = \frac{\text{SAE}}{N} = \frac{\sum_{i=1}^N |x_i - \hat{x}_i|}{N}$$

Sendo:

- $\{x_i\}$  é o valor observado na série temporal;
- $\{\hat{x}_i\}$  é o valor previsto para a série temporal;
- SAE é a soma dos erros absolutos ou desvios;
- $N$  é o número de pontos de informação válidos.

### 2.2.8 O modelo ARIMA sazonal ou SARIMA

Segundo Campos & Cordeiro (2006), quando se verifica a existência de sazonalidade em uma série de dados, utiliza-se o método SARIMA, que deriva do método ARIMA. Neste método as séries apresentam parâmetros para a parte não sazonal (p,d,q), e também para a parte sazonal (P,D,Q).

Uma das maneiras de realizar a identificação da ordem p, P, q e Q é através da análise da autocorrelação (ACF) e da função de autocorrelação parcial (PACF).

A necessidade de diferenciar a série devido à ausência de estacionaridade pode ser feita observando a sazonalidade do gráfico da série temporal, ou através de análise do comportamento lento da queda da ACF ao longo das defasagens  $k$  da série temporal.

A metodologia de Box-Jenkins permite a inclusão de uma ou várias variáveis ao modelo, potencializando a metodologia, pois aproxima as qualidades intrínsecas dos modelos univariados, que captam os padrões de comportamento passado da próxima variável e unificam aos padrões de comportamento de outras variáveis explicativas que podem contribuir para prever o seu comportamento futuro.

### 2.2.9 A curva ROC

A curva *Receiver Operating Characteristic* (ROC) é uma representação gráfica que ilustra o desempenho de um sistema classificador. Braga (2000) explica que a curva ROC é um gráfico de pares (x,y) que correspondem, respetivamente, a especificidade e a sensibilidade, num plano designado por plano ROC unitário com valores que variam entre zero e um.

Neste modelo, a precisão é definida pela dispersão dos valores nas sucessivas observações, enquanto que a exatidão refere-se a proximidade de uma estimativa do verdadeiro valor que pretende representar.

Para a elaboração da curva ROC são classificados os dados numa tabela de contingência (tabela 2). Como Braga (2000) descreve, ao classificar estes dados numa tabela, consideram-se duas classificações relativas à ocorrência do acontecimento (sim e não) representadas nas colunas e as duas respostas alternativas permitidas (sim e não) representadas nas linhas.

Tabela 2 – Contingência 2x2 na teoria de detecção de sinal

Fonte: (Braga, 2000)

		Acontecimento	
		Ruído+Sinal (sn)	Ruído (n)
Resposta	Sim (S)	$a = P(S   sn)$ (acerto ou verdadeiro positivo)	$b = P(S   n)$ (falso alarme ou falso positivo)
	Não (N)	$c = P(N   sn)$ (valor omissos ou falso negativo)	$d = P(N   n)$ (verdadeiro negativo)

A resposta pretende classificar corretamente o acontecimento. Assim, os testes são avaliados pela comparação relativa da fração de verdadeiros positivos (FVP), fração de falsos positivos (FFP), fração de verdadeiros negativos (FVN) e fração de falsos negativos (FFN).

Cada ponto na curva ROC representa o compromisso entre a FVP e a FFP que pode ser adquirido pela adoção de um diferente valor de corte ou nível crítico de confiança no processo de decisão.

### **2.3 O data mining**

Tan, Steinbach, & Kumar (2009), destacam que a mineração de dados é o processo de descoberta automática de informações úteis em grandes depósitos de dados, descobrindo padrões que, de outra forma seriam ignorados.

Quando não há previsão específica de dados que estão sendo analisados, e quando se busca explorar os dados para buscar possíveis diferenças entre as médias está se realizando o *Data Mining*.

Para estas pesquisas, TAN et al. (2009) destacam que a precisão dos dados, os tipos dos atributos, a escala da medição e a origem dos dados ajudarão a reduzir riscos de falhas.



### 3. A EMPRESA PETRÓLEO BRASILEIRO

A Petróleo Brasileiro S.A, ou Petrobras é uma sociedade anonima de capital aberto, fundada em 1953, com atividades em 30 países. É líder do setor petrolífero no Brasil. Atua nos segmentos de exploração e produção, refino, comercialização e transporte de óleo e gás natural, petroquímica, distribuição de derivados, energia elétrica, biocombustíveis e outras fontes renováveis de energia. O acionista maioritário é o Governo Brasileiro, sendo este detentor atual de aproximadamente 54% das ações da empresa.

#### 3.1 O segmento de exploração e produção – E&P

A Exploração & Produção é uma das áreas de negócios da companhia. Ela responde pela pesquisa, localização, identificação, desenvolvimento, produção e incorporação de reservas de óleo e gás natural, nacional e internacionalmente.

Esta área de Negócio é segmentada em coordenações regionais, divididas entre:

- NNE – Norte e Nordeste;
- SSE – Sul e Sudeste;
- CPT– Construção de Poços Terrestres.

Sua cadeia de valor é resumida na figura 4:



Figura 4 – Cadeia de valor da área de Exploração e Produção.

Fonte: Portal Petrobras

A Gerência Executiva E&P-NNE é responsável pelas atividades e resultados na exploração e produção da Petrobras nas áreas Norte e Nordeste do Brasil. A mesma é dividida nas Unidades: UO-AM, UO-BA, UO-SEAL, UO-RNCE e CPT. Cada Unidade de Operações- UO gere um conjunto de concessões exploratórias e de produção, instalações operacionais e administrativas e é independente para a exploração e ações necessárias para a gestão de seu

negócio; A Unidade de Construção de Poços Terrestres realiza o processo de perfuração e de aperfeiçoar sondas para prospecção e perfuração nesta região geográfica.

### 3.2 Unidade de operações do Amazonas – UO-AM

A Unidade de Operações do Amazonas – UO-AM é a unidade responsável pelas atividades de exploração e produção na região Norte do Brasil. Sua atuação abrange os estados do Amazonas, Pará, Acre, Mato Grosso, Rondônia.

Atualmente, as principais operações estão focadas na Bacia Sedimentar do Solimões, conforme se observa nos destaques em cor azul da figura 5.

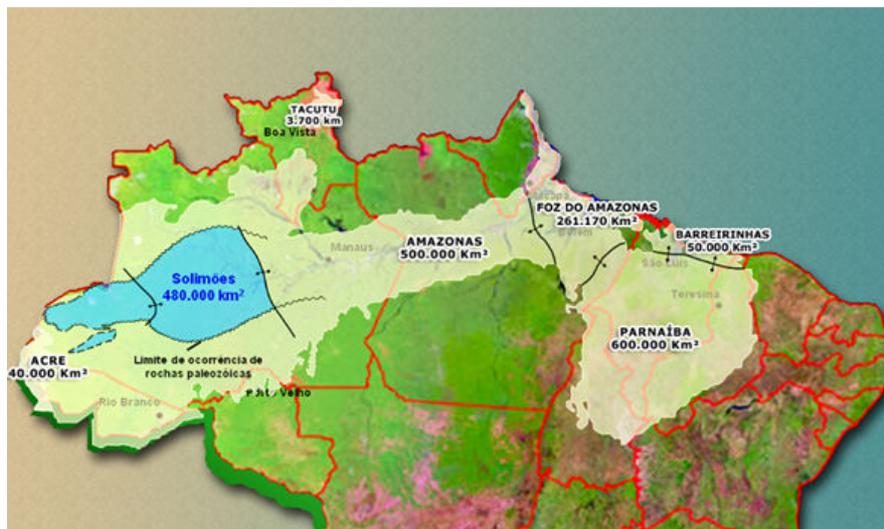


Figura 5 – Bacias sedimentares da Amazônia

Fonte: Comunicação Interna – Petróleo Brasileiro

### 3.3 Os departamentos de contratação

Os departamentos de Contratação no E&P são regionais e segregados em bens e serviços. Eles têm como responsabilidade assegurar o atendimento às demandas de bens e de serviços da Unidade de Operações, observando as orientações corporativas e a legislação vigente.

Há hoje iniciativas para unificação regional de algumas aquisições objetivando ganhos de escala. Como exemplos: equipamentos de informática e tubos de produção.

Há ainda um departamento de contratação *compartilhado* que é utilizado por todo o sistema Petrobras e adquire itens de uso comum e que, rotineiramente não estão vinculados as atividades fim da Petrobras: Itens de escritório, hospitalares, etc.

### 3.4 O processo de contratar bens e serviços na Petrobras

A Gerência de Contratação de Bens da UO-AM atua por processos. Nestes processos evidenciam-se:

- O recebimento e análise das demandas/necessidades;
- A análise da disponibilidade em *stock* destas demandas para que sejam atendidas pelos *stocks* da própria Unidade ou em outras áreas dentro da Petrobras;
- Fomentar oportunidades junto ao mercado fornecedor, nacional ou internacional, para atender essas demandas, conforme os requisitos de qualidade e conformidade exigidos.

O atendimento aos processos de contratação na Petrobras seguia a lei 8.666 (Lei Nº 8.666 de 21 de junho da Presidência da República, 2003) que orienta as aquisições públicas no Brasil.

Em 1998 o Presidente da República do Brasil sanciona o decreto 2.745 (Decreto Lei Nº 2.745 de 24 de agosto da Presidência da República, 1998) que regulamenta a contratação de obras, serviços, compras de itens e alienações, selecionando a proposta mais vantajosa para as empresas vinculadas ao grupo Petróleo Brasileiro.

Pelas orientações do *Decreto* são observadas e julgadas as propostas dentro dos princípios da legalidade, da impessoalidade, da moralidade, publicidade, igualdade, vinculação ao instrumento convocatório, economicidade e julgamento objetivo.

O Decreto também baliza as orientações para padronizar as aquisições, contemplando as seguintes condições de contratação: *Melhor preço*, *Técnica* ou o atendimento *a Técnica e Preço*.

Esta padronização auxilia a unificar as aquisições com o suporte do MRP e visualizar se o objeto que está sendo contratado tem efetivamente as mesmas características, facilitando a coleta de dados para análises estatísticas.

As aquisições são atos públicos, destacados no item 1.8.1 do decreto. Estando acessíveis a todos interessados nos atos de seu procedimento. No decreto segregam-se as aquisições por modalidades:

- **DISPENSA E INEXIGIBILIDADE DA LICITAÇÃO** – Na Petrobras ela é utilizada principalmente para: casos de emergência que possam caracterizar impactos na segurança de pessoas, serviços, equipamentos ou outros bens; sobressalentes e peças, para manter a garantia técnica vigente de um equipamento; representante comercial, produtor ou empresa exclusivos; empresas de notória especialidade; compras de baixo valor, até o limite de R\$ 160.000 (Aproximadamente € 46.000).

- **CONCORRÊNCIA** – Utilizada para os casos em que os participantes atendam as condições apontadas no edital;
- **TOMADA DE PREÇOS** – Licitação entre pessoas físicas ou jurídicas cadastradas e classificadas no sistema Petrobras para o ramo pertinente ao objeto que foi contratado;
- **CONVITE** – Licitação entre pessoas físicas ou jurídicas, com no mínimo três participantes;
- **O CONCURSO** – São aquisições vinculadas para escolha de trabalhos técnicos ou artísticos, mediante instituição de prêmios aos vencedores;
- **O LEILÃO** – Utilizada basicamente para alienação de bens do ativo permanente da Petrobras, a quem oferece o maior lance, igual ou superior ao da avaliação;
- Também pode ser utilizado vinculado a modalidade de convite objetivando a modalidade de Leilão Reverso, que objetiva o menor preço ofertado para um determinado item.

### 3.5 Etapas na contratação de bens

As demandas de contratação seguem um fluxo de análise. Inicialmente, na Gestão da Demanda verifica-se se há necessidade de continuidade de determinada contratação; após isto a demanda é encaminhada para atendimento nacional ou internacional conforme as modalidades previstas; logo após a colocação do pedido inicia-se o diligenciamento até a efetiva entrega dos bens contratados. Essas etapas resumem-se no fluxo da figura 6.



Figura 6 – Etapas da contratação de bens

Fonte: Autor

#### 3.5.1 Análise da demanda recebida

Esta é considerada a primeira etapa da contratação de Bens. Neste momento as demandas recebidas, pelo MRP ou pelas emissões das gerências usuárias são analisadas.

Na *Gestão da Demanda* são desenvolvidas três atividades principais: gerir as demandas que ingressam na CNTB, gerir os *stocks* e promover ações para aperfeiçoar e gerir o cadastro dos itens. Hoje atuam sete profissionais que analisam se a demanda pode dar seguimento para o processo de compras ou ser atendida pelos *stocks*.

É também na *Gestão da Demanda* que são analisados os parâmetros de ressuprimento de itens que possuem consumos frequentes; os oferecimentos de itens excedentes para demais órgãos da companhia e as demais ações que objetivam desmobilizar os *stocks*, como a alienação e as ações de bloqueio para evitar o crescimento desses *stocks*.

Na função de gerir o cadastro de bens vinculam-se a atividades de cadastrar itens novos para a companhia, sanear e comparar novos itens com os já existentes, evitando assim que idênticos sejam cadastrados do ERP.

Como objetivo central desta atividade estão as análises de demandas recebidas e as processadas pelo MRP. Após a confirmação da demanda os profissionais desta atividade verificam:

- Pedidos em andamento que ainda não tenham sido entregues e que possam receber novas demandas;
- Demandas que possam ser atendidas pelos *stocks* da companhia, sejam estes dentro da própria Unidade de Operações ou por outras Unidades;
- Ajustes de parâmetros de itens de ressuprimento, evitando a geração de demanda ou agrupando essas quando necessário;
- Itens com características semelhantes que possam ser substituídos e padronizar os atendimentos.

Não sendo atendidas estas condições, os gestores verificam se há algum contrato global para atender a demanda, e, após complementar os dados necessários para atender as legislações brasileiras para cada item e assegurar que o item não possa ser atendido pelos *stocks* (normas, regras de meio-ambiente, tratamento de embalagens...) o processo segue então para etapa da contratação.

A figura 7 apresenta de forma resumida as etapas de análise realizadas antes de encaminhar um processo para contratação.

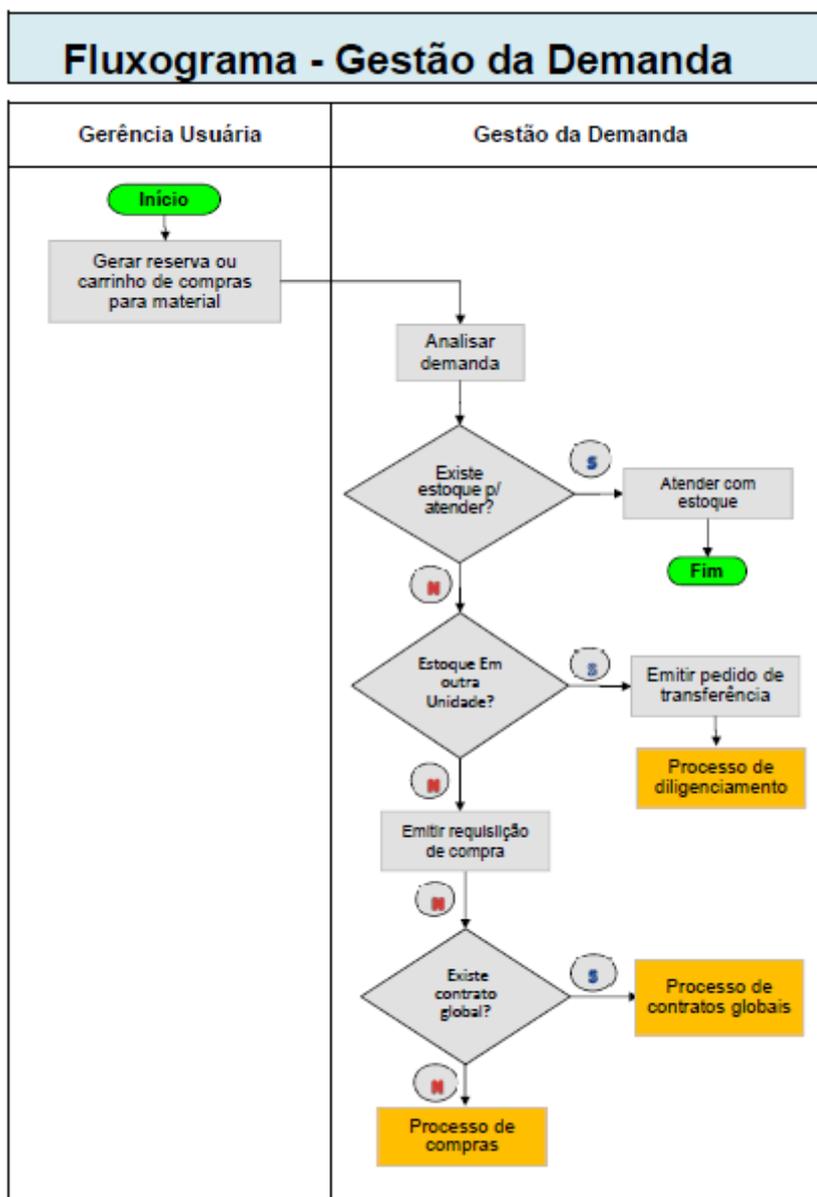


Figura 7 – Fluxo de processos na Gestão da Demanda

Fonte: Autor

Na *Gestão da Demanda*, são também desenvolvidas ações de padronização e de classificação de itens. Neste processo, cada item a ser adquirido recebe um número específico de forma a facilitar sua expedita localização no ERP. O cadastro de itens é regional, mas segue governança que orienta para o cadastro constante dos novos itens. Na UO-AM este índice é superior a 95% nos últimos três anos.

Há dois processos principais de registro no ERP para os itens demandados:

- Item existente em outra organização de compras - Isto significa que o item já foi cadastrado em alguma Unidade da Petrobras e sua visão/características poderão ser estendidas para atender as demandas da UO-AM
- Item inexistente – O item ainda não existe no sistema Petrobras e precisa passar pela estruturação do PDM (Plano Descritivo de Material). Quando ocorre a criação do item no ERP, são atribuídas as características que permitam identificar e localizar este item no sistema: condições de preço, grupo de mercadorias, embalagem, numeração de fabricante, peso, dimensões, embalagem, bem como as características fiscais e tributárias para atendimento a legislação brasileira.

### 3.5.2 As requisições de compra

Após a análise da demanda, a requisição é então gerada dentro da atividade de *Gestão da Demanda*. Esta é a primeira etapa que confirma a necessidade de compra para um determinado item, conforme se evidencia no fluxo da figura 8:



Figura 8 – Etapas após a confirmação da necessidade até a entrega dos bens

Fonte: Autor

### 3.5.3 Pedidos de compra

O pedido de compras é a etapa conclusiva da confirmação da demanda. O processo segue etapas de elaboração de edital, divulgação do edital, abertura, parecer técnico, divulgação e assinatura. O pedido pode ser emitido e vinculado a três formas de atendimento:

- Contrato-Global ou contrato de longo prazo (nacional ou internacional);
- Contratação por demanda ou *Spot* (nacional ou internacional);
- Transferência – Quando o item é transferido de outra Unidade da Companhia.

### 3.6 Estratégias de contratação

Cada Unidade de Operações tem hoje uma estrutura de compras sob sua égide. Estas estruturas organizam-se de forma a atender as demandas dos usuários dentro das expectativas de prazo e preço esperados.

Estas aquisições seguem uma escala de aprovações que passam pelo gerente setorial, gerente de segmento e gerente geral da unidade. Este consegue deliberar aprovação de compras, conforme limites de competência estabelecidos em cada modelo, chegando a até R\$ 11,2 milhões (Aproximadamente € 2,4 milhões).

Acima deste valor as compras devem ser remetidas para análise e aprovação da Gerência Executiva e do Corpo Diretivo, conforme tabela de limites de competência que é divulgada para a companhia.

A tabela 3 resume as aquisições realizadas pela UO-AM conforme estratégia/modalidade escolhida para atendimento entre o período entre 2004 e 2014:

Tabela 3 – Distribuição das compras da UO-AM por modalidade e tempos

Fonte: Autor

<b>MODALIDADE</b>	<b>% sobre o total</b>	<b>Média de dias - liberação e emissão do pedido</b>	<b>Média de dias entre pedido e entrega</b>
C/CONTRATO	47%	7	39
S/CONTRATO	43%	53	74
IMPORTAÇÃO	5%	130	199
DEMAIS	4%	55	73
<b>TOTAL</b>	<b>100%</b>		

A atividade de compras tem sete compradores. Nesta atividade as demandas recebidas da equipa de *Gestão da Demanda* são agrupadas conforme suas características.

#### 3.6.1 Contratações sob demanda ou spot

São adquiridos nesta atividade os bens que não estão na rotina de ressuprimento, bem como as compras rápidas/dispensas de licitação, rotineiramente de valor até R\$ 160.000, E as compras até R\$ 16.000, adquiridas no mercado local e categorizadas como “Compras de rua”.

São ainda geridos e emitidos os pedidos que atendem as aquisições internacionais que são orçadas de forma centralizada nos Estados Unidos em um escritório designado: *PAI - Petrobras America*.

Quando a *gestão da demanda* recebe requisições do tipo SPOT, encaminha para um comprador que então prepara uma licitação específica para atender esta demanda.

Na figura 9, evidencia-se o quadro resumo do processo de contratação:

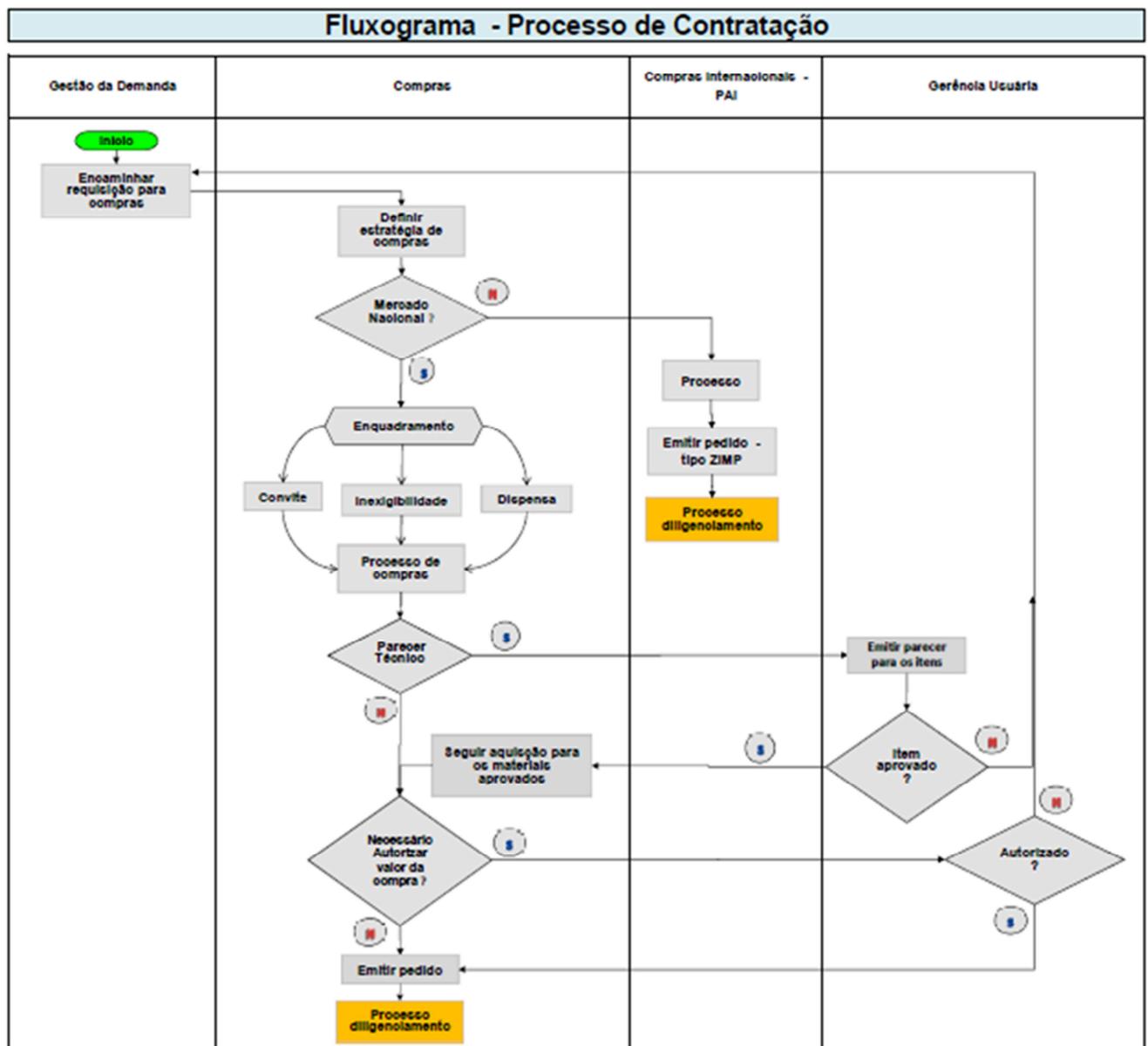


Figura 9 – Fluxo da contratação de bens

Fonte: Autor

Como características das contratações spot destacam-se:

- **Repetitividade** – Maioritariamente são compras não rotineiras dentro de um ano corrente;
- **Novos itens** – Quando há alguma compra de item novo/sem histórico para a Unidade, a mesma costuma ser vinculada as compras spot;
- **Tempo** – Demandam um tempo maior para análise pois o comprador necessita pesquisar e exigir toda legislação/documentação pertinente para cada pedido efetuado (Ambiental, embalagem, transporte);
- **RQT** – Podem ou não demandar requisitos técnicos para aprovação;

### 3.6.2 Contratações internacionais

As demandas a serem atendidas por contratações internacionais são rotineiramente vinculadas a categorias de equipamentos específicos para a indústria do petróleo que não conseguem ser atendidas pelo mercado nacional (linhas flexíveis para produção, químicos, válvulas, etc) ou para a geração de energia (compressores, geradores). Como características principais destas aquisições destacam-se:

- **Centralização** – Compras realizadas de forma centralizada: As compras internacionais são hoje centralizadas no escritório da Petrobras com base de operações nos Estados Unidos;
- **RQT** – Normalmente são compras que requisitam parecer técnico para aprovação;
- **Interação** – Demanda maior interação com diversas gerências de suporte (despacho aduaneiro, fiscal, finanças, tributário);

### 3.6.3 Contratos de fornecimento de longo prazo

Quando determinado grupo de mercadorias apresenta características de repetitividade de compras, a equipa de *Contratos Globais* analisa o total demandado, os *stocks* e busca a elaboração de contratos.

Os contratos são licitações públicas de mercado aberto, quando há Concorrência pública; Ou de inexigibilidade, quando há apenas um fornecedor.

Após a celebração do contrato global, quaisquer demandas futuras de itens atribuídos aos grupos destacados, e que estejam listados no certame, são vinculadas a atendimento por estes contratos durante o período de vigência.

Neste processo, hoje com 4 profissionais, elabora-se a estratégia, contrata-se o fornecimento de bens para médio e longo prazo e gerem-se as demandas que são atendidas por estes contratos.

Ainda é função desta atividade a busca de parcerias e negociação de contratos de outras Unidades Operacionais, buscando assim ganhos de escala.

O fluxograma apresentado na figura 10 demonstra o processo para a criação e/ou renovação de novo contrato de fornecimento global:

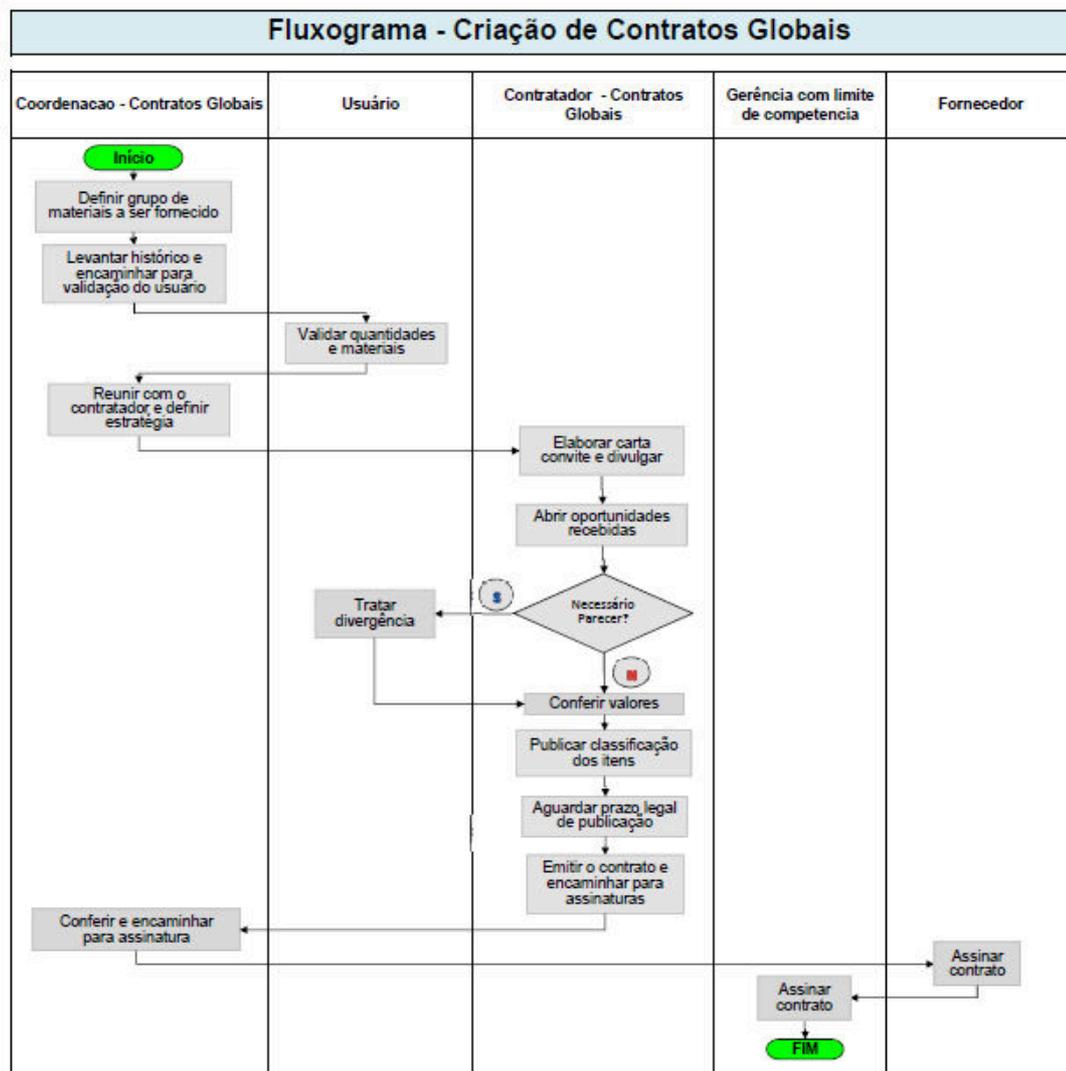


Figura 10 – Fluxograma para criação de contratos globais

Fonte: Autor

Após o contrato ser criado no sistema ERP, as demandas eventuais a serem atendidas durante a vigência do contrato, seguirão o processo de atendimento descrito no fluxograma da figura 11.

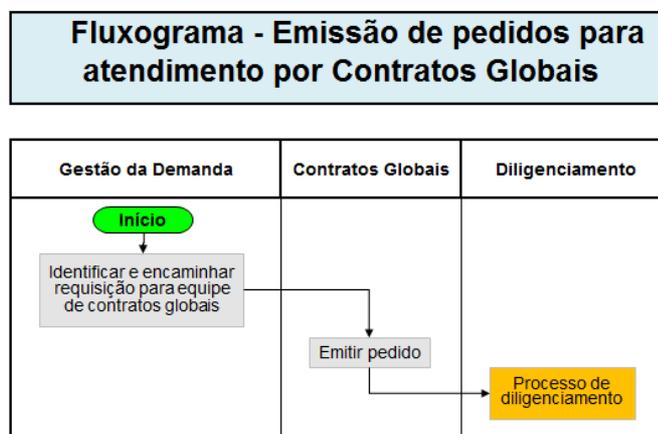


Figura 11 – Fluxograma de emissão de pedidos vinculados a contratações globais

Fonte: Autor

Evidenciam-se as seguintes características para este tipo de contratação:

- **Regionalidade:** Cada UO tem autonomia quanto aos itens que devam ser contemplados em um novo contrato, bem como os demais quesitos: duração, logística, embalagem, inspeção;
- **Escala:** Os contratos globais trazem como atrativo para o mercado fornecedor a escala de fornecimento, bem como a prioridade de fornecimento para os itens contemplados;
- **Temporalidade:** Os contratos têm prazos definidos de fornecimento. Durante o período de vigência, quaisquer demandas vinculadas aos itens listados podem ser atendidas no contrato, desde que respeitados os valores máximos dos contratos;
- **Possibilidade de atender demandas de demais Unidades:** Os contratos podem ser celebrados para atender uma demanda local, regional ou nacional.

### 3.7 Diligenciamento

A atividade de diligenciamento é composta hoje por oito profissionais. Nesta atividade assegura-se o cumprimento das obrigações contratadas com os fornecedores, bem como as atividades de importação.

Asseguram-se o atendimento aos prazos contratados, especificações e atendimento a legislação, após a colocação do pedido, conforme o que foi efetivamente solicitado, até sua

entrega nas instalações da Petrobras. Este fluxograma de atendimento pode ser observado na figura 12.

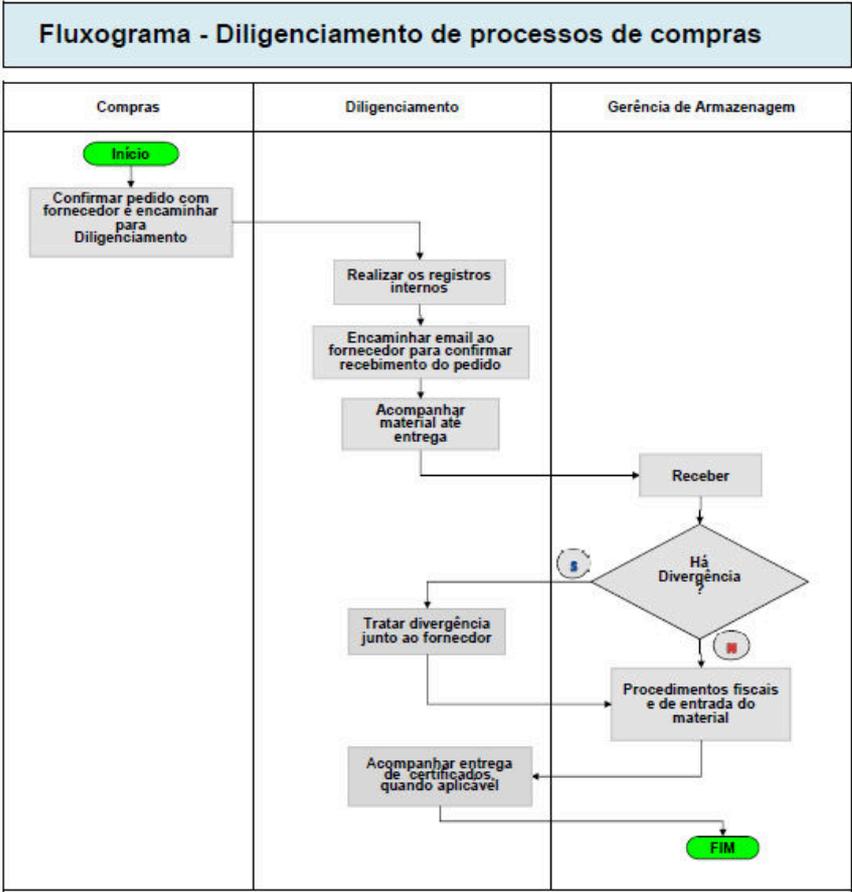


Figura 12 – Fluxograma de diligenciamento dos pedidos  
Fonte: Autor



## 4. A ESTATÍSTICA PARA SUPORTE A CONTRATAÇÃO NA PETRÓLEO BRASILEIRO

Dados estatísticos fazem parte da rotina de contratação. A matriz da empresa, no Rio de Janeiro, orienta e acompanha os indicadores pelos quais as unidades operacionais de contratação serão medidas periodicamente. São ainda realizadas visitas *in-loco* para assegurar a conformidade dos dados e dos processos.

As análises que serão apresentadas a seguir refletem uma análise crítica dos dados de consumo, pedidos e *stocks* no período compreendido entre outubro de 2004 a outubro de 2015.

Utilizou-se ferramentas estatísticas para segregar os dados e possibilitar a aplicação de métodos de classificação dos dados, cruzamento de tabelas e de previsão de demandas de consumo.

Ao final do capítulo apresenta-se a síntese das oportunidades de melhorias identificadas, aplicação de testes estatísticos para visualizar a inter-relação destes dados e teste de modelos para implementar o suporte a decisão de contratação.

### 4.1 A base de dados em estudo

Os dados analisados referem-se ao universo das movimentações de saída de itens identificadas no ERP para a Unidade UO-AM entre os meses de outubro de 2004 a fevereiro de 2015 bem como os pedidos emitidos para atender as demandas destas movimentações.

O ERP utilizado na Petrobras categoriza individualmente cada item gerando um número composto por oito algarismos. Sempre que algum utilizador requeira algum item existente nos *stocks*, o mesmo é identificado por este número e pode-se com isto verificar a disponibilidade em *stock* ou itens com características similares para eventuais substituições.

No período amostral foram identificados 15.445 itens distintos com consumo na Unidade UO-AM. Estes itens apresentaram 239.273 consumos individuais ou eventos de consumo.

Quando o item é registrado no ERP, o sistema também vincula estes itens a grupos maiores, ou, como são conhecidos, grupos de mercadorias. Atualmente, 15.445 itens são catalogados em 1.036 grupos distintos pelo ERP.

Estes *Grupos de Mercadorias* são agrupamentos de itens com características comuns e que possam ser utilizados para aplicações semelhantes. Como exemplo, destacam-se alterações

dimensionais ou de matéria-prima. Assim, um determinado item (Exemplo: cimento p/const. CII-F-32, saca c/50 kg), será vinculado a um grupo que engloba os demais itens com características semelhantes: cimento para construção.

Para auxiliar nas análises estatísticas, os 1.036 grupos foram encaminhados para análise de equipa técnica da Unidade UO-AM composta por dois engenheiros durante o período de 10/02/2015 a 13/02/2015.

A equipa categorizou os 1.036 grupos em 119 grupos maiores que mantivessem características de aquisição e que mitigassem minimamente o mercado de fornecedores previstos nestes novos grupos. Esta nova categorização trará velocidade na identificação de grupos para contratações. A distribuição está detalhada no anexo I.

## **4.2 Consumo dos itens nos anos de 2004 a 2015**

Ao utilizar-se o princípio de Pareto para análise do consumo, observou-se um pequeno quantitativo de grupos representando 80% dos consumos ocorridos no período, conforme é visível na tabela 4. Nesta tabela, 21 grupos (17,7% do total) dos 119 grupos identificados representam 79,79% dos consumos ocorridos no período em análise.

Tabela 4 – Análise de Pareto, consumos ocorridos entre itens/2004 a fevereiro/2015

Fonte: Autor

Número do Grupo	Resumo dos Grupos	Quantidade itens no grupo (A)	Quantidade de eventos saída dos Estoques(B)	% Sobre o Total
37	EPI	382	56.276	23,52%
44	GERAL ELETRICA	1.839	15.903	6,65%
51	JUNTA	800	14.440	6,03%
43	GERAL CASA CONSTRUCAO	787	13.526	5,65%
115	VALVULAS	1.552	10.161	4,25%
27	CONEXAO	827	9.849	4,12%
21	CIMENTO	37	7.338	3,07%
26	COMPRESSOR	907	6.372	2,66%
67	PARAFUSO	503	6.228	2,60%
63	MOTORES E PARTES	535	4.995	2,09%
110	TUBO ACO	297	4.780	2,00%
46	GERAL OFICINA	309	4.699	1,96%
38	ESCRITORIO	35	4.602	1,92%
18	CHAPA METALICA	190	4.563	1,91%
79	POCO	344	4.415	1,85%
48	GRAXA E OLEO	93	4.284	1,79%
40	FLANGE	373	3.904	1,63%
47	GERAL PINTURA	133	3.804	1,59%
7	BATERIAS	64	3.609	1,51%
34	ELEMENTO FIXACAO	242	3.494	1,46%
8	BOMBAS INDUSTRIAIS	700	3.426	1,43%
	DEMAIS ITENS	4.496	48.605	20,31%
TOTALS		15.445	239.273	100%

Ao extrapolar esta análise para um detalhamento por itens na tabela 5, constata-se que 12% destes itens representam 78% dos consumos que mais se repetem no período analisado.

Tabela 5 – Eventos de consumo por itens distintos – outubro/2004 a fevereiro/2015

Fonte: Autor

Quantidade de Consumos	Nr. De Itens	Total de Itens	% de Eventos de Consumo
Mais de 500 consumos	56	0,36%	23,17%
De 200 a 499 Consumos	123	0,80%	14,98%
De 50 a 199 Consumos	681	4,41%	25,87%
De 20 a 49 Consumos	1.092	7,07%	13,95%
Abaixo de 20 Consumos	13.493	87,36%	22,03%
TOTALS	15.445	100%	100,00%

A seguir serão detalhadas as distribuições destes consumos em torno de suas médias para análise das características nos períodos mais recentes.

### 4.3 Contratações realizadas pela UO-AM

O histórico de contratações representa o esforço individual da equipa de compras para atendimento à demanda da UO-AM, e baliza análises internas como: dimensionamento do quadro funcional, capacidade de atendimento, tempos de atendimento previstos, etc.

No período de outubro de 2004 a fevereiro de 2015, evidenciou-se que o setor de contratação atendeu 82% das demandas de consumo geradas pela Unidade UO-AM, conforme detalha a tabela 6.

Tabela 6 – Itens da UO-AM atendidos por estruturas de contratação do E&P

Fonte: Autor

<b>ESTRUTURA</b>	<b>NR. ITENS</b>	<b>%</b>
UO-AM	92.719	82%
DEMAIS ESTRUTURAS	20.875	18%
TOTAL	113.594	100%

Logo após a implementação do sistema ERP no ano de 2004 as demandas eram atendidas quase que integralmente pela gerência de contratação da UO-AM. Com o decorrer do tempo, houve incremento no atendimento por outras estruturas de contratação, de forma a aprimorar a eficiência e tempos de atendimento. A figura 13 apresenta o atendimento percentual mensal, em número de itens, da UO-AM sobre o total contratado.

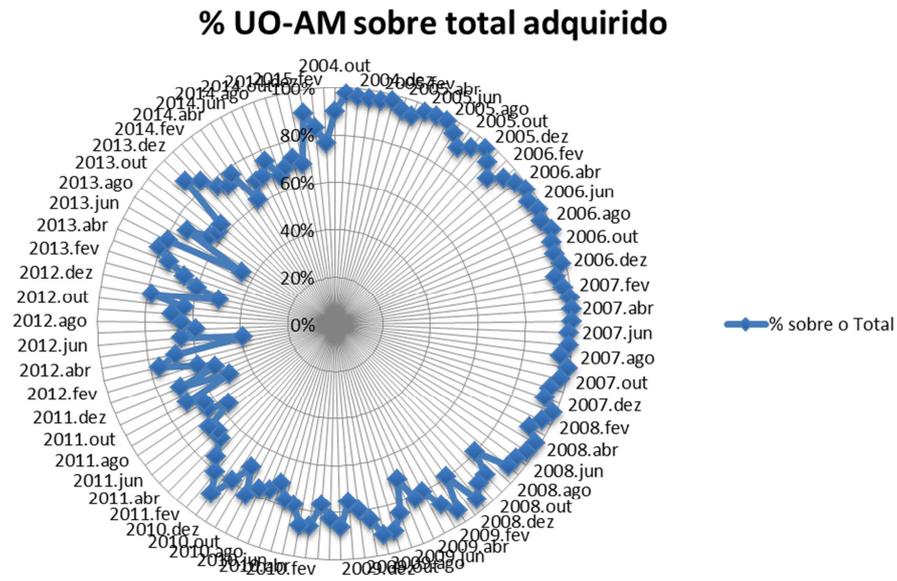


Figura 13 – Participação da gerência de contratação UO-AM no atendimento das demandas da UO-AM no Período 2004 a 2015

Fonte: Autor

Os pedidos emitidos atendem as demandas para três categorias de consumo:

- Ordens de Manutenção;
- Projetos de Investimento;
- Itens de *stock* de Operação.

Será apresentado um estudo de tempos nas diferentes modalidades utilizadas e se a diferença nos prazos destas modalidades pode ser utilizada como diferencial no atendimento às demandas e gestão do processo.

#### 4.4 Contratações da UO-AM de outubro de 2004 a fevereiro de 2015 segregadas por modalidade

Dos 92.719 itens adquiridos pela secção de contratação da UO-AM, verificou-se que os mesmos foram atendidos por cinco modalidades de aquisição, conforme observado na tabela 7.

Tabela 7 – Itens adquiridos e segregados por modalidade de compra

Fonte: Autor

<b>MODALIDADE AQUISICAO</b>	<b>NR. ITENS</b>	<b>%</b>
PEDIDOS NACIONAIS - SEM CONTRATO	44.352	47,83%
PEDIDOS NACIONAIS - COM CONTRATO	39.074	42,14%
PEDIDOS DE IMPORTACAO - SEM CONTRATO	5.443	5,87%
PEDIDOS DE TRANSFERENCIA DE ESTOQUE	3.247	3,50%
DEMAIS MODALIDADES	603	0,65%
<b>TOTAIS</b>	<b>92.719</b>	<b>100,00%</b>

#### 4.4.1 Tempos vinculados às modalidades de contratação

Após se agruparem os dados de acordo com a tabela 7, fez-se uma busca dos tempos de aquisição e dos tempos históricos de entrega dessas demandas, para verificar se haveriam diferenças entre as modalidades listadas. Para este estudo analisaram-se dois tempos de aquisição:

- Tempo de colocação do pedido: Escala de tempo em dias entre o momento em que uma determinada requisição chegou a um comprador/emissor e o momento em que se transformou em um pedido de compras;
- Tempo de entrega: É a escala de tempo em dias entre a liberação do número de pedido e a data de entrega do item.

Neste estudo foram retirados os erros e as ausências de datas no ERP, obtendo-se 71.333 observações válidas no período destacado.

Foram então calculadas as estatísticas descritivas (tabela 8) para cada uma das modalidades de aquisição. Nesta tabela, evidencia-se o tempo médio para criar pedido com vínculo a contrato em 7,3 dias e o tempo médio entre o pedido criado e a entrega como 39 dias para uma amostra com 30.660 pedidos. Estes tempos, quando comparados com 34.835 pedidos sem vínculo a contrato são inferiores, com 36 dias para a emissão do pedido e 54 dias após a emissão do pedido seguindo até sua confirmação de entrega.

Tabela 8 – Estatística descritiva dos tempos de compra e de entrega para cada modalidade de compra

Fonte: Autor

**Resumos de caso**

Descricao	Tempo de Criar Pedido	Tempo entre Pedido e Entrega
Ped Refer. Contrato	N	30660
	Mediana	3,000
	Média	7,329
	Desvio Padrão	24,4669
	Variância	598,627
	Curtose	6960,519
	Mediana agrupada	3,040
	% de N total	43,0%
Ped Sem Ref Contrato	N	34835
	Mediana	36,000
	Média	53,078
	Desvio Padrão	58,0949
	Variância	3375,023
	Curtose	41,765
	Mediana agrupada	36,086
	% de N total	48,8%
Ped.Transf.Estoq.Mat	N	1042
	Mediana	,000
	Média	7,091
	Desvio Padrão	28,6513
	Variância	820,899
	Curtose	258,116
	Mediana agrupada	,708
	% de N total	1,5%
Pedido Imp.Ref.Cont	N	104
	Mediana	8,500
	Média	15,260
	Desvio Padrão	15,3066
	Variância	234,291
	Curtose	-,111
	Mediana agrupada	8,700
	% de N total	0,1%
Pedido de Importação	N	4692
	Mediana	105,000
	Média	145,131
	Desvio Padrão	131,4652
	Variância	17283,103
	Curtose	4,485
	Mediana agrupada	104,855
	% de N total	6,6%
Total	N	71333
	Mediana	15,000
	Média	38,742
	Desvio Padrão	65,8696
	Variância	4338,799
	Curtose	84,763
	Mediana agrupada	15,387
	% de N total	100,0%

Ao realizar levantamento dos tempos para as modalidades, e, com base nos gráficos de resíduos q-q, verificou-se que nenhuma das variáveis segue uma distribuição normal (ver figuras 23, 24, 25,26 e 27 do anexo II).

Para analisar a manutenção nos tempos de atendimento de contratos para períodos mais recentes, elaborou-se o quadro resumo da tabela 9, onde se constata que os itens vinculados a

contratos globais vêm apresentando redução dos tempos médios apresentados entre 2004 a 2011, com destaque aos valores auferidos a partir de 2013.

Tabela 9 – Comparação de tempos médios de colocação de pedidos por ano para os itens com vínculo a contratos globais 2004 a 2015

Fonte: Autor

**Relatório**

Tempo de Criar Pedido

Ano Pedido	Média	N	Desvio Padrão	Mediana agrupada	Variância	Curtose
2004	8,479	386	8,9982	5,686	80,967	4,061
2005	11,628	3618	27,0728	4,412	732,937	99,014
2006	6,079	3780	21,0056	3,278	441,234	307,816
2007	6,170	4462	10,9748	2,662	120,446	23,886
2008	5,787	4095	46,8983	2,690	2199,448	3838,107
2009	9,290	2524	16,4986	5,366	272,204	98,686
2010	14,760	2904	21,3481	9,833	455,740	89,888
2011	6,329	3003	15,4004	3,653	237,174	545,709
2012	4,280	2039	11,0632	,827	122,394	92,847
2013	2,618	2213	14,5732	,469	212,379	323,731
2014	2,747	1399	18,6512	,296	347,866	248,374
2015	6,207	237	27,2099	,592	740,377	47,610
Total	7,329	30660	24,4669	3,040	598,627	6960,519

Após a análise descritiva destes dados, realizou-se uma pesquisa em campo para tentar perceber os motivos que pudessem justificar as razões desta redução dos prazos médios. Constataram-se três fatores principais que podem influenciar nestes resultados:

- A tendência recente de redução no quantitativo solicitado, verificado na coluna 03 da tabela 9;
- Estes prazos não eram objeto de acompanhamento e gestão da gerência em períodos mais remotos;
- A criação destes pedidos em 2013 e 2014 estarem delegados para profissional diferente do que emitia os pedidos nos anos de 2012.

Em decorrência destes fatores, não foi possível determinar uma motivação única para a redução deste prazo nem qual avaliação pode ser atribuída a cada um dos fatores listados, mas fica evidenciada a diferença no atendimento dos itens com contrato global.

4.4.2 Capacidade de atendimento da UO-AM por comprador para os itens sem contrato e para os itens com contrato.

Para mensurar a capacidade de atendimento mensal nessas duas atividades distintas foi elaborado um estudo que permite comparar as capacidades médias de atendimento por comprador.

Nos itens atendidos sem contrato foi gerado relatório no BW e calculado a média mensal de emissão de itens em pedidos emitidos por três profissionais que estiveram dedicados a esta modalidade de contratação nos anos de 2013 e 2014.

Verifica-se para esta leitura uma média de atendimento de 32,8 itens/mês, conforme apresentado na tabela 10.

Tabela 10 – Atendimento médio de itens sem vínculo a contratos globais 2013 a 2014

Fonte: Autor

COMPRADOR	2013												2014												Total Geral	Meses C/Media	Média / Mês
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez			
COMPRADOR 1	31		10	32	15	28	23	24	40	39	50	41	52	1	62	18	35	29	53	71	98	40	26	44	862	23	37,48
COMPRADOR 2	46	23	27	8	39	52	40	32	17	40	35	21	69	16	44	12	15	31	37	41	40	56	15	25	781	24	32,54
COMPRADOR 3	20	38	8	24	16	19	6	4	3	67	83	66	30	24	55	6	32	15	16	75	10		13	26	656	23	28,52
																									MÉDIA	32,85	

Para as demandas atendidas por contrato, não foi possível a aplicação da mesma regra no período em análise.

Esta restrição, entre outros motivos deu-se: pela saída de profissionais dessa atividade; pelo suporte pontual de outros compradores na elaboração de contratos e por ser constatada a necessidade de atendimentos pontuais a compras sem vínculo a contrato, por compradores que estavam anteriormente dedicados a elaboração dos contratos.

Assim, para o referido levantamento, optou-se pela elaboração do acompanhamento de um comprador que, no início de 2014 foi dedicado à elaboração de contratos. A análise da capacidade baseou-se então no histórico de atendimentos ocorridos após a conclusão dos contratos neste período.

Além da quantidade de itens e contratos elaborados, é fundamental que se consiga apresentar a eficácia destes contratos para atender as demandas do período, assim como o tempo médio dos mesmos.

Note-se que os contratos válidos e com saldo poderão atender em 24 meses um número maior de itens do que contratados com 12 meses de duração. Dados utilizados para elaboração desta projeção:

- O número de itens e de contratos criados;
- O tempo de criação para esses contratos.

Verificou-se, de janeiro de 2014 a janeiro de 2015, a contratação de 17 grupos de mercadorias e 756 itens em 25 contratos distintos (tabela 11). Estes contratos, após assinados entre as partes (fornecedor e Petrobras) atenderam 424 pedidos no período de janeiro a outubro de 2015, o que representa uma média de atendimento mensal de 42,5 pedidos.

Tabela 11 – Emissão de contratos para oportunidades distintas entre janeiro/2014 a janeiro/2015

Fonte: Autor

NR. Oportunidade	Número de Contratos Vinculados	Nr. Itens nos Contratos	Tempo em dias para criar os contratos	Prazos de Contrato com a Prorrogação	Média Mensal de Pedidos 2015	Pedidos - Jan a Outubro/2015
1	1	11	50	1458	1,6	16
2	1	2	56	728	0	0
3	1	4	106	1088	3,8	38
4	1	1	53	1078	0,2	1
5	1	2	29	1460	4,2	42
6	1	4	172	1458	0,8	8
7	1	4	172	1458	9,4	94
8	1	22	25	730	0,8	8
9	1	44	211	744	0	0
10	3	51	155	744	2,8	28
11	2	13	81	728	0,2	2
12	1	1	32	728	0,6	6
13	3	20	99	730	1,9	19
14	2	78	184	1458	5,9	59
15	3	402	175	730	1,2	12
16	1	1	53	728	0,9	9
17	1	96	218	730	8,2	82
<b>TOTAL</b>	<b>25</b>	<b>756</b>			<b>42,5</b>	<b>424</b>

Realizou-se uma análise individual das características dos 17 grupos de itens contratados em 2014 quanto aos quesitos:

- Necessidade de parecer técnico dos itens;
- Tempo para esclarecimentos e solicitação de documentações não rotineiras;
- Ajustes de unidades de medida ou de impostos no ERP para a emissão do contrato.

Os contratos que demandaram maior necessidade de interação com a gerência usuária ou ajustes foram classificados em *complexos*. Os demais grupos, onde estas necessidades foram menos relevantes, foram classificados de *simples*. Foi então realizada a contagem do número de dias para a elaboração de cada contrato, obtendo-se a distribuição apresentada na tabela 12.

Tabela 12 – Emissão de contratos para grupos distintos entre janeiro/2014 a janeiro/2015  
 Fonte: Autor

Característica	NR. Oportunidade	Número itens no Contrato	Tempo em dias para criar o contrato	Média em dias	Desvio Padrão	Variância
Complexo	6	4	172	171,6	10,5	110,3
	7	4	172			
	10	51	155			
	14	78	184			
	15	402	175			
Simples	4	1	53	84,42	65,97	4352,08
	12	1	32			
	16	1	53			
	5	2	29			
	8	22	25			
	13	20	99			
	2	2	56			
	3	4	106			
	11	13	81			
	1	11	50			
	17	96	218			
	9	44	211			
<b>Total</b>		<b>756</b>				

Evidencia-se na tabela uma variância maior dos tempos dos contratos classificados como *simples* e um desvio padrão nos tempos de 65,97, superior aos 10,5 dias encontrado para os contratos *complexos*. Para os contratos *complexos*, mesmo os que tiveram um pequeno número de itens contratados, verificou-se uma média de tempo maior com menor variância em comparação ao prazo médio e um prazo mínimo de 155 dias para conclusão.

Com base nos dados recolhidos e nas restrições existentes na amostragem realizada, um comprador de contratos globais conseguirá atender a uma média de 17 grupos distintos com até 756 itens vinculados por ano.

Considerando ainda a necessidade de renovação/continuidade destes contratos ocorrerem em até 184 dias (tempo conservador, considerando o tempo máximo para contratação dos itens

complexos listados na tabela 12), a quantidade de itens que poderão ser atendidos por comprador é:

- Itens atendidos por comprador = atendimento médio no ano 1 + (atendimento do ano 1) / (prazo máximo de criação de contrato/365 dias)

Ao lançar os valores na fórmula verifica-se:  $42,5 + 42,5/(184/365) = 63,92$  itens/mês.

Desenvolver um método que consiga ampliar a previsibilidade dos itens que serão demandados é ponto fundamental para aumentar a capacidade de atendimento da gerência com os recursos disponíveis. Para isto, uma análise dos principais indicadores que impactam a atividade: tempos dos *stocks*, quantidade de pedidos emitidos e frequências de consumo serão a base para a realização de testes em um modelo que consiga ampliar a assertividade dessas contratações e servir como alavanca para o atendimento das demandas com prazos mais reduzidos.

Nesses testes, as variáveis listadas serão categorizadas pelo comportamento mais recente em torno de suas médias.

Os indicadores que fundamentam o planejamento e elaboração dos contratos utilizados atualmente pela gerência servirão como suporte na comparação e na elaboração dos modelos estatísticos.

#### **4.5 Frequência de consumo por item entre janeiro/2011 a dezembro/2013**

A frequência de consumo é o número de vezes que determinado item é acessado nos *stocks* para a aplicação em determinada ordem de manutenção, projeto ou para consumo rotineiro nas atividades realizadas na UO-AM.

Até dezembro de 2013, observou-se a existência de 14.858 itens registrados no ERP para atendimento as demandas da UO-AM. Para a avaliação destas frequências e dos indicadores foram realizadas classificações de acordo com uma escala de frequência de consumo com quatro classes. As classes de avaliação definidas têm base na média aritmética.

Identificaram-se 5.911 itens que não apresentaram frequência de consumo no período, isto é, com frequência de consumo nula. A estes itens atribuiu-se avaliação classe 0(itens sem frequência de consumo). Para os demais 8.947 itens a média de consumos obtida foi de nove consumos.

Os itens com frequência iguais ou superiores à média obtida receberam avaliação classe 3 (frequência acima da média). Os demais itens foram classificados então em duas categorias.

Os itens que tiveram até 50% desta frequência, ou seja, quatro consumos, receberam a avaliação classe 2(frequência abaixo da média).

Para os 6.297 itens com menos de quatro consumos, atribuiu-se a avaliação classe 1 (frequência eventual). Na tabela 13, é apresentado o resumo da distribuição obtida pelas quatro categorias de avaliação.

Tabela 13 – Distribuição mensal da frequência de consumo dos itens no período janeiro/11 a dezembro/13 – 36 meses

Fonte: Autor

ESCALA - FREQUÊNCIA DE CONSUMO – 36 MESES			
Avaliação	Classificação	Número de meses com consumo	Número de Itens
0	Sem Frequência	0 Consumo	5.911 Itens
1	Eventual	<4 Consumos	6.297 Itens
2	Abaixo da Média	>=4 e <9 Consumos	1.080 Itens
3	Acima da Média	>=9 Consumos	1.570 Itens

Foi realizada também esta classificação para os eventos de consumo ocorridos nos últimos 24 meses. Para o período de janeiro de 2012 a Dezembro de 2013, observaram-se 7.289 itens que não apresentaram consumo. Dos 7.569 itens que apresentaram algum consumo obteve-se uma média de sete consumos nesse período. Assim, 1.326 itens foram classificados com avaliação classe 3 (acima da média). Outros 1.149 itens apresentaram frequência de até 50% desta média. A estes itens foi atribuído avaliação classe 2. Os 1.326 itens restantes apresentaram de 1 a 2 consumos em 24 meses e foi atribuído a avaliação classe 1 (frequência eventual), conforme se pode observar na tabela 14.

Tabela 14 – Distribuição mensal da frequência de consumo dos itens de janeiro/2012 a dezembro/2013– 24 meses

Fonte: Autor

ESCALA - FREQUÊNCIA DE CONSUMO – 24 MESES			
Avaliação	Classificação	Número de meses com consumo	Número de Itens
0	Sem Frequência	0 Consumo	7.289 Itens
1	Eventual	< 3 Consumos	5.094 Itens
2	Abaixo da Média	>= 3 e <7 Consumos	1.149 Itens
3	Acima da Média	>=7 Consumos	1.326 Itens

Já no período mais recente, de janeiro a dezembro de 2013, observaram-se 9.243 itens sem consumo (avaliação classe 0). Para 5.615 itens com consumo no período em análise, determinou-se uma média de cinco consumos. Aos 1.018 itens com média de consumos iguais ou superiores a cinco, foi aplicada avaliação classe 3. Para os 1.063 itens com média de eventos iguais ou superiores a dois eventos de consumo foi atribuída a avaliação classe 2, Finalmente, 3.534 itens apresentaram apenas um evento de consumo no período, sendo aplicada avaliação classe 1. A tabela 15 resume a frequência de consumo no período destes 12 meses.

Tabela 15 – Distribuição mensal da frequência de consumo dos itens de janeiro/2013 a dezembro/2013

Fonte: Autor

ESCALA - FREQUÊNCIA DE CONSUMO – 12 MESES			
Avaliação	Classificação	Número de meses com consumo	Número de Itens
<b>0</b>	Sem Frequência	0 Consumo	9.243 Itens
<b>1</b>	Eventual	<2 Consumos	3.534 Itens
<b>2</b>	Abaixo da Média	>=2 e <5 Consumos	1.063 Itens
<b>3</b>	Acima da Média	>=5 Consumos	1.018 Itens

Estas classificações e distribuições serão utilizadas na elaboração do modelo que será apresentado no capítulo 5.

#### 4.5.1 Pedidos emitidos no período em análise

Foram levantados os dados de pedidos emitidos no período entre outubro de 2014 e fevereiro de 2015. Dos 15.445 itens identificados, 3.371 itens não tiveram pedidos emitidos e 12.074 apresentaram pedidos entre outubro de 2014 e fevereiro de 2015.

O histórico de 36 meses dos pedidos é hoje uma das ferramentas utilizadas para o planeamento dos contratos da UO-AM. Assim como nas frequências de consumo, os pedidos foram classificados de acordo com as médias aritméticas. Em 9.543 itens não houve emissão de pedido e a estes foi aplicado avaliação classe 0. Para 5.911 itens com pedido no período, constatou-se uma média de dois pedidos. Aos 1.119 itens com média de eventos iguais ou superiores, foi aplicada avaliação classe 3. Para 1.226 itens com média de eventos iguais à média foi aplicada avaliação classe 2 e para 3.566 itens com apenas um pedido no período foi

atribuído avaliação classe 1. Na tabela 16, mostra-se o quadro resumo dos pedidos emitidos nos últimos 36 meses.

Tabela 16 – Distribuição dos pedidos emitidos de janeiro /2011 a dezembro/2013

Fonte: Autor

ESCALA – PEDIDOS EMITIDOS 36 MESES			
Avaliação	Classificação	Número de Pedidos	Número de Itens
0	Sem Pedidos	0 Pedidos	9.534 Itens
1	Eventual	1 Pedidos	3.566 Itens
2	Média	2 Pedidos	1.226 Itens
3	Acima da Média	>2 Pedidos	1.119 Itens

#### 4.6 Níveis de *stock*

Atualmente, as operações e instalações de exploração e produção do óleo produzido pela UO-AM encontram-se cerca de 600 km de Manaus. Não há transporte rodoviário ou ferroviário ao local e todos os itens solicitados seguem por vias fluvial ou aérea. O tempo médio de entrega até à base de operações é de oito dias de navegação para os itens com saída em Manaus ou 30 dias quando se considera a saída de São Paulo e Rio de Janeiro.

Devido a esta localização geográfica, a logística incorre em tempos maiores para entrega dos itens, ampliando a necessidade de antecipar a programação de entrega e, como consequência, o tempo dos itens nos *stocks*.

O nível de *stock* é também uma variável fundamental analisada no planejamento das demandas de contratos.

Para esta variável, há rotina de saneamento, sendo dois anos o prazo rotineiro para este processo. Assim sendo, na classificação realizada os mesmos foram classificados com base no período para sua disponibilização.

Itens classificados como estratégicos (fundamentais para a manutenção das operações, saúde ou meio ambiente, devem apresentar menos de três consumos anuais) são disponibilizados em prazos maiores, de até três anos, mas sofrem menor influência nos indicadores de consumo de *stock* por apresentarem giro mais lento.

Assim, os itens com tempo de *stock* igual ou superior a dois anos de consumo, que é o prazo para disponibilização para venda, foram atribuídos a avaliação classe 1. Os itens com *stocks*

entre um e dois anos de consumo foram atribuídos a avaliação classe 2, pois são os que estão próximos a seguir a um eventual processo de alienação/disponibilização. Os itens com *stocks* inferiores a um ano de consumo tiveram avaliação classe 3 e são os que possivelmente deverão ser ressupridos no curto prazo. O quadro resumo da tabela 17 apresenta os itens classificados conforme este regramento, sendo a última coluna de classificação dos *stocks* a mais utilizada no planeamento de itens que serão adicionados nos contratos.

Tabela 17 – Análise dos stocks de dezembro/2013 x consumo médio (Anual, 2011–2012 e 2011–2013)

Fonte: Autor

ESCALA - CLASSIFICAÇÃO DOS STOCKS				
Avaliação	Descrição da Avaliação	Stock Dezembro 2013 x Consumo 2013	Stock Dezembro 2013 x Consumo Médio 2012 a 2013	Stock Dezembro 2013 x Consumo médio 2011 a 2013
<b>0</b>	Itens sem Consumo no período e sem Stocks	9.595 Itens	7.820 Itens	6.490 Itens
<b>1</b>	Stocks > 2 anos	1.947 Itens	3.070 Itens	4.395 Itens
<b>2</b>	Stocks de 1 a 2 anos	818 Itens	1.245 Itens	917 Itens
<b>3</b>	Stocks < 1 ano	2.498 Itens	2.723 Itens	3.056 Itens

## **5. PROPOSTAS DE MELHORIAS – O MODELO PROPOSTO PARA AGRUPAMENTO DAS DEMANDAS DE CONTRATAÇÃO**

### **5.1 Necessidade de aperfeiçoamento do modelo atual de contratação**

Durante a análise da base de dados, evidenciou-se a existência de alavancas na gerência de contratação que podem aperfeiçoar tempos, processos de contratação e recursos internos. Identificou-se ainda a necessidade de mensurar os modelos de planejamento existentes para que com isto consiga-se determinar a efetividade do modelo atual, ou a adoção de um modelo que possa ser mais aderente as necessidades da UO-AM.

Como propostas de melhoria entendem-se:

- Difundir a necessidade da maior utilização e criação de contratos, reduzindo o tempo de colocação dos pedidos e a carga de compras SPOT, conforme observado no capítulo 4.4.1;
- Sugerir/implementar modelo de previsão de demanda que possa servir de suporte à decisão.
- Analisar, comparar e definir a eficiência dos principais modelos de planejamento de contratação;
- Criar, com o suporte de técnicas estatísticas, um modelo para planejamento que possa trazer ganhos na seleção de itens e na eficácia;
- Aprimorar o tempo de contratação, ao identificar os itens e respectivos grupos que seguirão para contratação.

Será analisado o desempenho da adesão de contratos para três modelos de contratação. O último destes modelos considera as frequências de emissão de pedidos, a repetição do consumo e tempos dos *stocks* para planejar novos contratos e identificar de maneira expedita quais os itens que podem ser agrupados para elaboração das estratégias de contratação.

### **5.2 Aplicação de modelo ARIMA para previsão de consumo de itens**

Como uma forma de propor o planejamento de quantidades a serem demandadas na atividade de contratação para itens com histórico e frequência de consumo na UO-AM foram realizadas buscas na base de dados de consumo, e elaborado análise na metodologia ARIMA e

verificado a performance desta metodologia para os dados coletados utilizando o software Forecast® Pro version 3.0 para Windows®.

### 5.2.1 Métodos utilizados para a coleta e análise dos dados.

Para a determinação do modelo, será utilizada a metodologia de Box-Jenkins, que compreende os seguintes passos: identificar, estimar, verificar e prever.

Foi realizada seleção de itens dentro de tabela de Classificação ABC (tabela 18), para os itens classe A que apresentaram maior consumo no período de outubro/2004 a dezembro/2014 .

Tabela 18 – Análise de pareto, consumos ocorridos entre outubro/2004 a fevereiro/2015

Fonte: autor

Número do Grupo	Nome do Grupo	Total de Consumos	% do Total Consumido	Classe
37	EPI	56.276	23,53%	A
44	GERAL ELETRICA	15.897	6,65%	
51	JUNTA	14.414	6,03%	
43	GERAL CASA CONSTRUCAO	13.525	5,65%	
115	VALVULAS	10.160	4,25%	
27	CONEXAO	9.846	4,12%	
21	CIMENTO	7.338	3,07%	
26	COMPRESSOR	6.371	2,66%	
67	PARAFUSO	6.222	2,60%	
63	MOTORES E PARTES	4.995	2,09%	
110	TUBO ACO	4.780	2,00%	
46	GERAL OFICINA	4.698	1,96%	
38	ESCRITORIO	4.602	1,92%	
18	CHAPA METALICA	4.563	1,91%	
79	POCO	4.415	1,85%	
48	GRAXA E OLEO	4.284	1,79%	
40	FLANGE	3.903	1,63%	
47	GERAL PINTURA	3.803	1,59%	
7	BATERIAS	3.608	1,51%	
34	ELEMENTO FIXACAO	3.490	1,46%	
8	BOMBAS INDUSTRIAIS	3.426	1,43%	
86	QUIMICOS	3.321	1,39%	
41 GRUPOS	AVALIAÇÃO - CLASSE B	40.416	16,90%	
56 GRUPOS	AVALIAÇÃO - CLASSE C	4.860	2,03%	C
TOTAL		239.213	100,00%	

Após esta seleção, dentre os itens classe A foram selecionados dois itens, de forma aleatória para aplicação da metodologia Box-Jenkins.

Para atendimento aos critérios da metodologia será analisado a estacionariedade da série pelos erros de autocorrelação (ACF). A escolha dos modelos se dará por sua consistência estatística nos parâmetros e pelo desempenho na predição dos testes de AIC e BIC após análise em diversos modelos ARIMA.

### 5.2.2 Identificação e aplicação de modelagem ARIMA – Cimento

Para o desenvolvimento e aplicação do modelo ARIMA, utilizou-se a série temporal de dois itens com características distintas: cimento e luvas de segurança, tendo o cimento característica de aplicação vinculada a projetos da UO-AM e as luvas de segurança com características de consumo.

Como determina a metodologia ARIMA, a série temporal deve ser estacionária, se não o for, deve-se diferenciá-la sequencialmente, sazonalmente ou de ambos os modos para torná-la estacionária.

O primeiro teste para detectar a estacionariedade da série, consiste no exame de sua representação gráfica ao longo do tempo. Para isto foi elaborado o gráfico da figura 14 que demonstra o consumo de cimento no período.

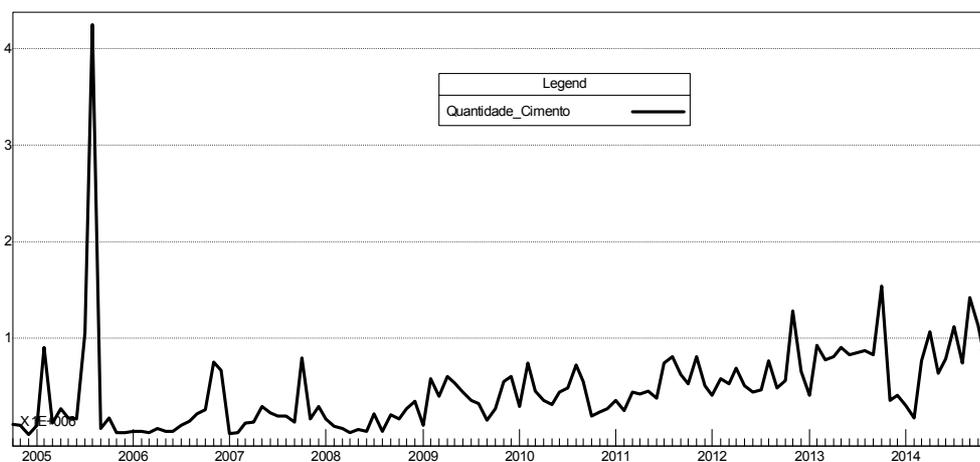


Figura 14 – Consumo de outubro/2004 a dezembro/2014 – cimento

Fonte: Autor

Neste gráfico, constata-se que não há nítida tendência de consumo. Após testes, foi aplicado à série, o ARIMA com uma diferenciação e um parâmetro: ARIMA (0,1,1) para o período de janeiro de 2009 a dezembro de 2013 e projetado o consumo de janeiro a dezembro de 2014. Observou-se no mesmo um MAPE de 0,3322 e BIC de 233.900.

Examinando a figura 15, constata-se no correlograma que as diferenças de erro ACF não declinaram ao longo do período analisado, mesmo após a diferenciação realizada. Não há assim tendência definida de redução, o que reitera o comportamento anômalo da série.



Figura 15 – Correlograma de erros ACF – cimento

Fonte: Autor

Ao projetar o período de janeiro de 2014 a dezembro de 2014, prevêem-se os consumos de cimento indicados na figura 16. Nesta figura, a vermelho estão os consumos previstos pelo modelo e a azul os limites superior e inferior para a previsão com 95% de confiança.

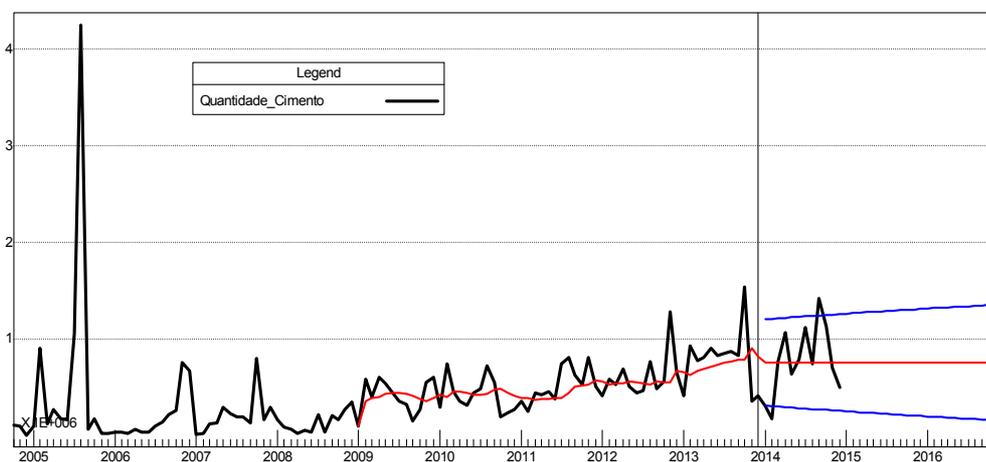


Figura 16 – Previsão de volume de janeiro a dezembro de 2014 com ARIMA (0,1,1) – cimento

Fonte: Autor

Na tabela 19, apresenta-se para o período de teste do modelo, os consumos previstos e efetivamente realizados bem como o percentual das diferenças. Evidenciam-se diferenças percentuais no consumo mensal e uma baixa diferença na previsibilidade anual de 3% para o modelo em análise.

Tabela 19 – Consumo previsto x realizado em 2014 – cimento

Fonte: Autor

Ano	Mês	Previsto	Realizado	Diferença %
2014	1	751.239,75	300.979,00	-150%
2014	2	751.239,75	170.621,91	-340%
2014	3	751.239,75	762.964,00	2%
2014	4	751.239,75	1.061.045,00	29%
2014	5	751.239,75	631.542,00	-19%
2014	6	751.239,75	781.870,00	4%
2014	7	751.239,75	1.114.260,00	33%
2014	8	751.239,75	735.100,00	-2%
2014	9	751.239,75	1.419.413,62	47%
2014	10	751.239,75	1.130.490,00	34%
2014	11	751.239,75	693.310,00	-8%
2014	12	751.239,75	488.088,59	-54%
TOTAL		9.014.877,00	9.289.684,12	3%

### 5.2.3 Identificação e aplicação de modelagem ARIMA – Luvas de segurança

Em um segundo teste aleatório, foi realizada a aplicação de método Box-Jenkins em itens com características vinculadas ao consumo rotineiro: as luvas de segurança.

Assim como com o cimento, a primeira etapa da análise consiste em verificar se há algum comportamento nítido na série de dados, para então diferenciá-los sequencialmente, sazonalmente ou de ambos os modos.

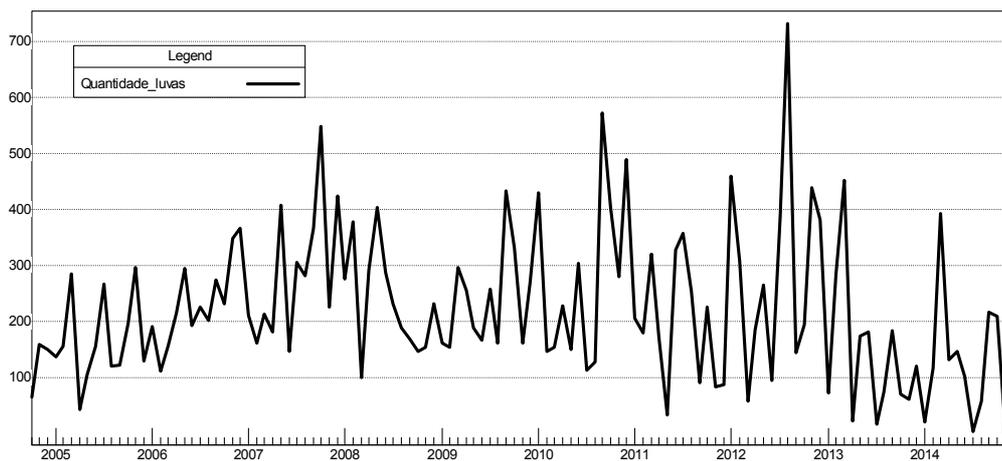


Figura 17 – Consumo de outubro/2004 a dezembro/2014 – luvas de segurança

Fonte: Autor

No gráfico da figura 17, constata-se que não há nítida tendência para o consumo ocorrido.

Apos a análise inicial e testes realizados, definiu-se então pelo período de 5 anos para aplicação da metodologia Box-Jenkins, de janeiro de 2009 a dezembro de 2013, e aplicação do ARIMA com transformação logística e com uma diferenciação e um parâmetro, assim como um parâmetro sazonal ARIMA (0,1,1)(0,1,1).

Na etapa de estimação, observou-se um MAPE de 0,6784 e BIC de 128,1.

Observa-se também que para este item, no correlograma da figura 18 que a diferença nos erros não declinaram ao longo do período analisado, havendo uma redução das diferenças apenas após a 31ª leitura, o que reitera, também para esta série um comportamento anômalo e baixa previsibilidade.

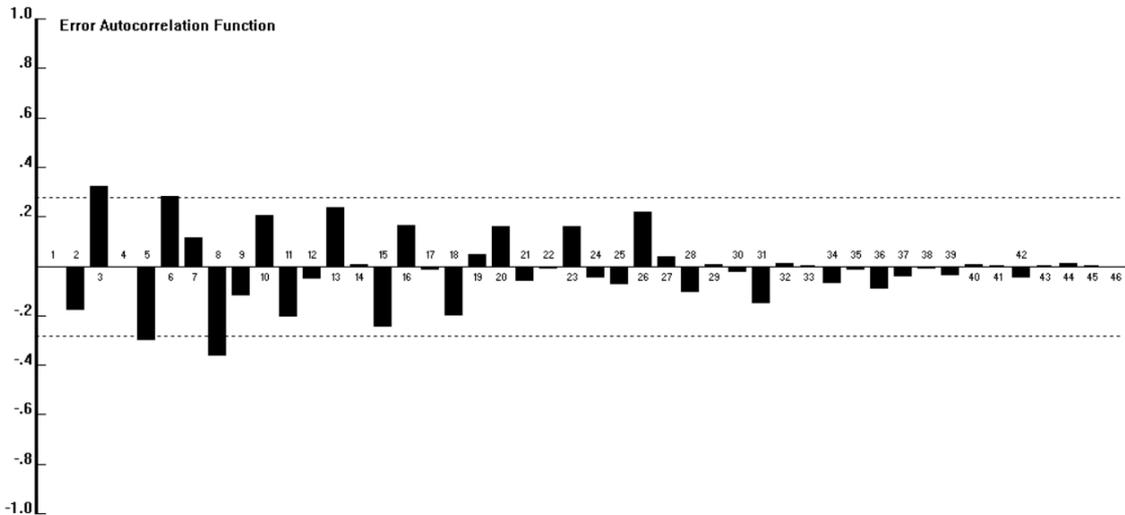


Figura 18 – Correlograma de erros ACF – luvas de segurança

Fonte: Autor

Ao projetar o período de janeiro de 2014 a dezembro de 2014, prevêem-se os consumos de luvas de segurança indicados na figura 19, onde a vermelho estão os consumos previstos pelo modelo e a azul os limites superior e inferior para a previsão com 95% de confiança.

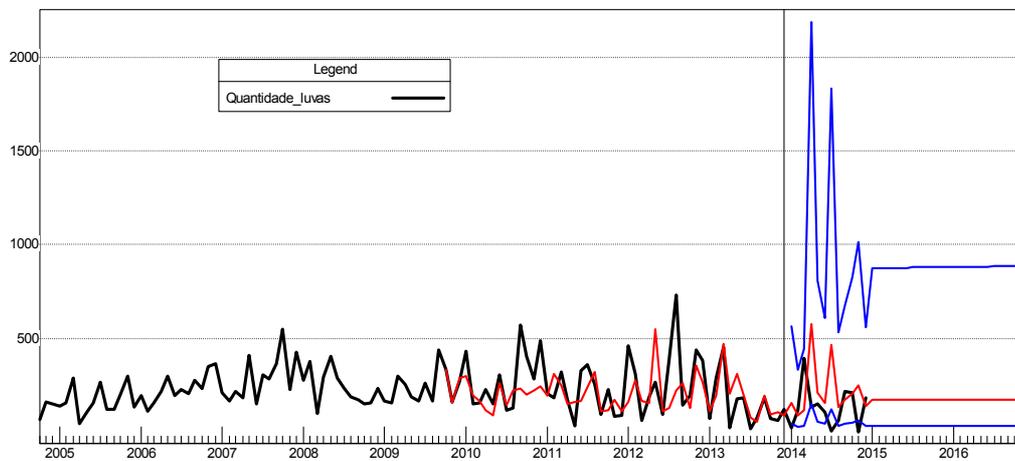


Figura 19 – Previsão de volume de janeiro a dezembro de 2014 com ARIMA (0,1,1)(0,1,1) – luvas de segurança

Fonte: Autor

Na tabela 20, apresentam-se para o período de teste do modelo, os consumos previstos e efetivamente realizados, bem como o percentual das diferenças. Evidenciou-se uma diferença na previsibilidade anual de 40%.

Tabela 20 – Previsto x realizado em 2014 para luvas de segurança

Fonte: Autor

Ano	Mês	Previsto	Realizado	Diferença %
2014	1	151,78	21	86%
2014	2	87,74	117	-33%
2014	3	116,52	393	-237%
2014	4	574,12	132	77%
2014	5	209,65	146	30%
2014	6	155,71	102	34%
2014	7	466,61	3	99%
2014	8	133,47	57	57%
2014	9	168,69	217	-29%
2014	10	204,21	210	-3%
2014	11	248,25	1	100%
2014	12	136,22	180	-32%
TOTAL		2.652,96	1.579,00	40%

### 5.3 Modelos de planeamento de contratação utilizados na Petrobras e análise por modelos estatísticos

Nesta secção, são apresentados dois modelos de planeamento utilizados atualmente na Petrobras. A aderência destes modelos será comparada utilizando-se tabelas cruzadas entre o planeado e os pedidos emitidos em 2014.

As tabelas cruzadas para os modelos que serão analisados a seguir consideram nas colunas os valores previstos em cada modelo (previsto não comprar, previsto comprar) e nas linhas o que foi comprado no período (não comprado, comprado) .

Após a análise das tabelas cruzadas, serão calculadas as medidas de desempenho de cada modelo bem como recorrendo em gráficos de curva ROC para determinar o modelo que apresente maior aderência na decisão de comprar.

### 5.3.1 Modelo 1 - Histórico de pedidos e *stocks*

O modelo 1 de contratação atualmente utilizado na UO-AM para o planeamento de contratos considera os seguintes dados:

- Pedidos emitidos em 36 meses (tabela 16);
- Consumo anual médio em 36 meses x *stock* no mês em análise (tabela 17).

É então feito a soma da avaliação destas duas variáveis para cada um dos itens que apresentaram pedidos no período. Neste modelo 1, a equação para a definição da avaliação de cada item analisado é:

- *Item em análise* = *Avaliação de pedidos emitidos em 36 meses* + *Avaliação dos stocks 36 Meses*

No tocante à soma das avaliações proposta na equação, quanto mais elevadas forem as avaliações individuais dos itens, maior a possibilidade de ocorrência da demanda no planeamento previsto, pois os indicadores propostos estão vinculados a frequência dos eventos.

Aceitando-se avaliações menores, aumentarão o número de itens contratados, mas a assertividade em cada modelo será reduzida.

Para uma estimativa padrão neste e nos demais modelos, determinou-se para planeamento os itens que apresentem até 90% da avaliação máxima em cada teste (Exemplo: Para avaliação máxima possível: 20 pontos, serão considerados os itens que apresentem avaliação > 18 pontos). Verificou-se na tabela 21, 0,85 de FVP e 0,847 de FFP. A exatidão (ACC) foi de 87% para este modelo.

Tabela 21 – Tabulação cruzada para modelo histórico de pedidos x Pedidos emitidos em 2014

Fonte: Autor

MODELO - HISTORICO PEDIDOS						
		Previsão de não comprar				
		Não comprar		Comprar		
Compra?	Não comprado	VP	12.623	FN	211	12.834
	Comprado	FP	1.715	VN	309	2.024
TOTAL			14.338		520	14.858
FVP				0,850		
FFP				0,847		
PVP				0,880		
ACC				0,870		

### 5.3.2 Modelo 2 – previsão de contrato para itens de ressuprimento

Neste modelo 2 de contratação, consideram-se para planeamento e elaboração das demandas os itens que já tenham sido analisados pela *gestão da demanda* e classificados no sistema ERP como sendo itens de ressuprimento.

Estes itens são objeto de análise manual e rotineira. Permanecem no sistema ERP, como *itens de ressuprimento* os itens que apresentam frequência de consumo anual maior ou igual a três consumos anuais. Após a análise recebem os parâmetros de ressuprimento, de *stock* de segurança e de *stock* máximo.

A premissa considerada para o planeamento neste modelo 2 é:

- Itens classificados no ERP como itens de ressuprimento.

Para avaliar este modelo foi considerada a mesma amostra 14.858 itens válidos, tendo-se obtido uma proporção maior de 0,841 de FVP em comparação com o primeiro modelo. O FFP apresentou valores de 0,762 e a exatidão (ACC) foi de 87,4% conforme quadro resumo da tabela 22.

Tabela 22 – Tabulação cruzada modelo parâmetros x Pedidos emitidos em 2014

Fonte: Autor

MODELO - PARÂMETROS						
		Previsão de não comprar				
		Não Comprar		Comprar		
Compra?	Não comprado	VP	12.500	FN	334	12.834
	Comprado	FP	1.543	VN	481	2.024
TOTAL			14.043		815	14.858
FVP				0,841		
FFP				0,762		
PVP				0,890		
ACC				0,874		

## 5.4 Proposta de um novo modelo de planejamento para contratos globais

Após a apresentação dos dois modelos atualmente utilizados na companhia (Modelo 1 e Modelo 2), testa-se três variantes do modelo 3 (Teste 1, Teste 2 e Teste 3) com base na distribuição das médias apresentadas no capítulo 4. Tal como anteriormente, foi considerada a mesma amostra de 14.858 itens.

### 5.4.1 Teste 1 – Tempos de *stock*

Na variante Teste 1 do modelo, considerou-se o consumo médio anual dos itens, bem como a quantidade total em *stock*, conforme apresentado na tabela 17. Apenas se considerou para elaboração de contratos os itens que obtiveram a avaliação classe 3 nos tempos de *stock* de 12, 24 e 36 meses.

Nesta variante, a equação utilizada para o cálculo foi:

- *Item em análise* = quantidade em *stock* em dezembro/2013 x itens com avaliação de consumo classe 3 em 12, 24 e 36 meses.

O teste apresentou FFP em 0,613, e FVP com 0,711 e este fator impacta de forma significativa a exatidão (ACC) que atinge 0,764, conforme apresentado na tabela 23.

Tabela 23 – Tabulação cruzada do teste 1 x Pedidos emitidos em 2014

Fonte: Autor

		TESTE 1 - MOD. STOCK				
		Previsão de não comprar				
			Não Comprar		Comprar	
Compra?	Não comprado	VP	10.563	FN	2.271	12.834
	Comprado	FP	1.240	VN	784	2.024
TOTAL			11.803		3.055	14.858
FVP				0,711		
FFP				0,613		
PVP				0,895		
ACC				0,764		

#### 5.4.2 Teste 2 – Frequência de consumo e *stocks*

Para a variante Teste 2 do modelo, as variáveis listadas nas tabelas 13 e 17 serão as preditoras:

- *Stock* x consumo médio em 36 meses;
- Frequência de consumo em 36 meses.

A avaliação de cada item seguiu a seguinte equação:

$$\text{Item em análise} = \text{avaliação stock 36 meses} + \text{avaliação frequência consumo 36 meses}$$

Após somar as avaliações destes itens, definiu-se a utilização dos itens que apresentaram até 90% da avaliação máxima possível.

Consegue-se observar na tabela 24 que este modelo apresenta valores mais aderentes, quando comparados o da variante Teste 1, com FVP e FFP maiores e exatidão (ACC) de 0,87.

Tabela 24 – Tabulação cruzada do teste 2 x Pedidos emitidos em 2014

Fonte: Autor

#### TESTE 2 - STOCK E CONSUMO 11 A 13

		Previsão de não comprar				
		Não Comprado		Comprar		
Compra?	Não comprado	VP	12.361	FN	473	12.834
	Comprado	FP	1.418	VN	606	2.024
TOTAL			13.779		1.079	14.858
FVP				0,832		
FFP				0,701		
PVP				0,897		
ACC				0,873		

#### 5.4.3 Teste 3 – Quantidade de pedidos em 36 meses, frequência de consumo em 36 meses e *stocks* x consumo em 36 meses

Para esta variante Teste 3, foram adicionadas as avaliações de frequência de consumo ocorridas no período (tabela 15) aos dados de frequência de pedidos (tabela 16) e de *stocks* (tabela 17) utilizados no Modelo 1.

A equação para este teste 3 é :

- *Item em análise* = Avaliação da frequência de consumo 36 Meses + Avaliação da frequência pedidos 36 Meses + Avaliação dos *stocks* 36 meses

Após a soma das avaliações, os itens que atingem até 90% da avaliação máxima são mantidos no modelo. Os demais itens são desconsiderados no planeamento.

Os resultados obtidos são indicados na tabela 25 uma proporção elevada de 0,851 de FVP. Verificou-se ainda valor de 0,718 de FFP e exatidão (ACC) de 89,0%, sendo esta, a mais elevada dos modelos em análise.

Tabela 25 – Tabulação cruzada do teste 3 x Pedidos emitidos em 2014

Fonte: Autor

		TESTE 3 - MODELO FINAL				
		Previsão de não comprar				
			Não Comprar		Comprar	
Compra?	Não comprado	VP	12.650	FN	184	12.834
	Comprado	FP	1.454	VN	570	2.024
TOTAL			14.104		754	14.858
FVP						0,851
FFP						0,718
PVP						0,897
ACC						0,890

As áreas abaixo das curvas representadas na figura 20, são, respetivamente, 0,634 para o teste 3, 0,631 para o teste 2 e 0,605 para o teste 1. Assim, a variante Teste 3 é aquela que apresenta um melhor desempenho em termos deste indicador.

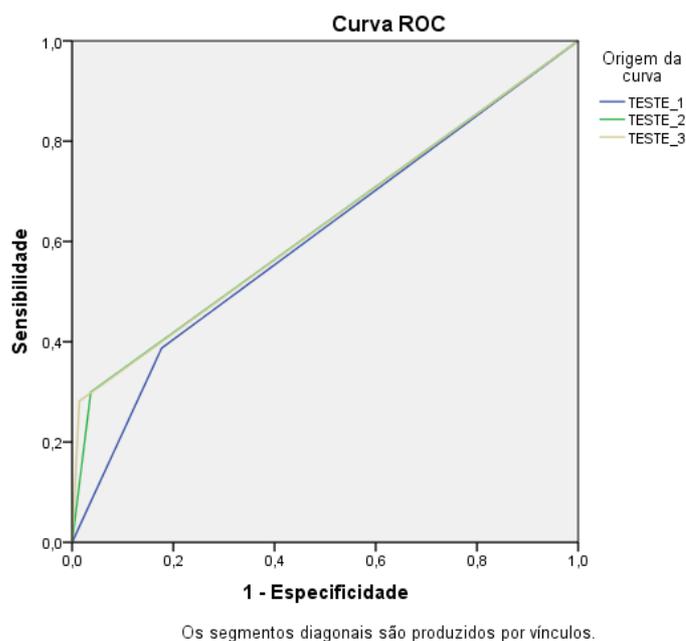


Figura 20 – Curvas ROC dos testes 1, 2 e 3 x Pedidos emitidos em 2014

Fonte: Autor

### 5.5 Comparação dos modelos 1,2 e do modelo proposto no atendimento dos pedidos emitidos em 2014.

Após se ter selecionado a variante Teste 3 como o modelo de melhor desempenho, por apresentar a maior área abaixo da curva ROC, este foi confrontado com os modelos atuais (Modelo 1 e Modelo 2). Observa-se na figura 21 que o modelo de maior aderência nos testes realizados foi também o que apresentou a maior aderência em comparação aos demais modelos já descritos anteriormente.

A área calculada sob a curva ROC para o modelo proposto foi de 0,634, superior a área de 0,568 para o Modelo 1 (frequência de pedidos) e superior também a área de 0,606 para a área do Modelo 2 (parâmetros).

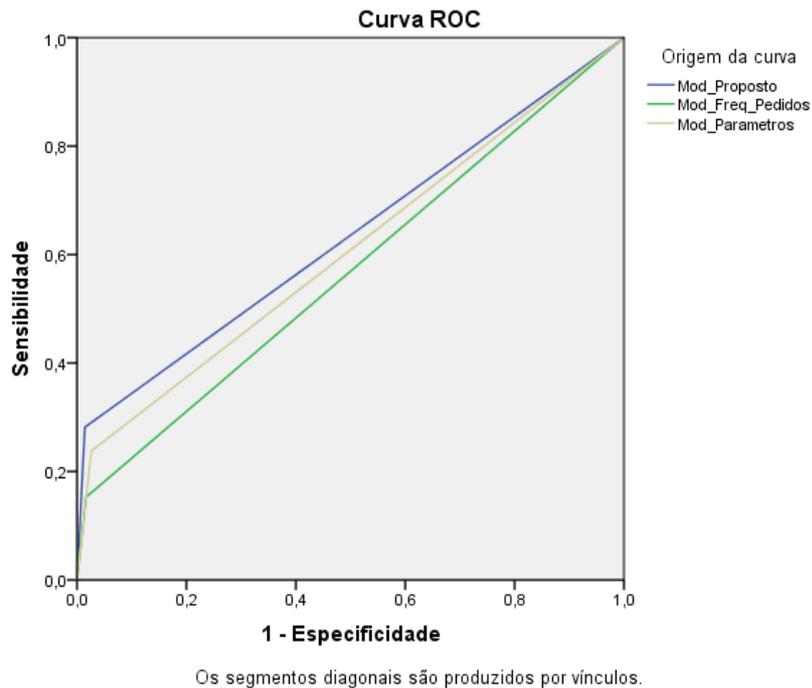


Figura 21 – Curvas ROC dos modelos 1, 2 e proposto x Pedidos emitidos em 2014

Fonte: Autor

## 5.6 Comparação dos modelos 1, 2 e do modelo proposto no atendimento dos pedidos emitidos em 2015

Ainda para verificar o atendimento do modelo ao longo do tempo. O mesmo procedimento de avaliação foi aplicado para as demandas de 2015. Verificaram-se 1.602 itens com pedidos emitidos no período de janeiro a outubro de 2015.

As curvas ROC dos modelos proposto, Modelo 1 e Modelo 2 são apresentados na figura 22. O modelo proposto apresentou uma área abaixo da curva ROC de 0,634. Este valor é superior aos do Modelo 1, com área abaixo da curva de 0,568; e do Modelo 2 com área abaixo da curva de 0,606. Estes resultados reforçam a aplicação do modelo proposto como ferramenta mais assertiva na predição das demandas a serem contratadas.

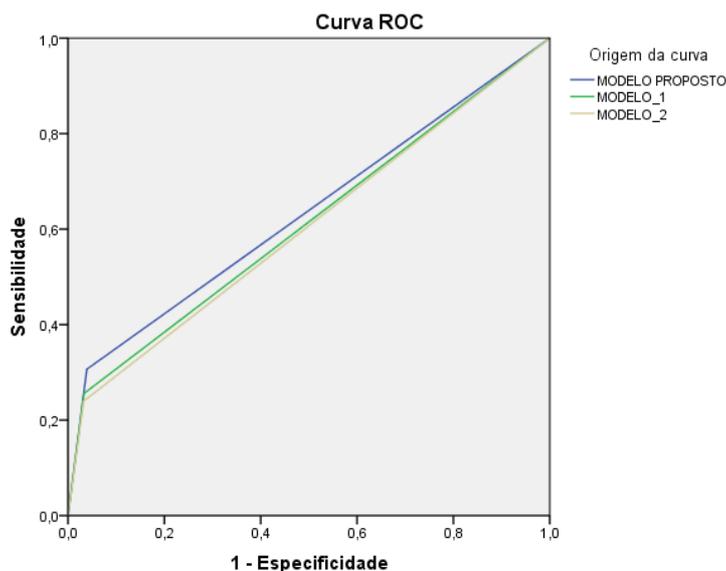


Figura 22 – Comparação de curva ROC para os Modelos 1, 2 e modelo proposto x Pedidos emitidos em 2015

Fonte: Autor

Após a definição do modelo, foi realizado a apresentação na tabela 26 do quadro com os grupos de itens que obtiveram a avaliação esperada (até 90% da avaliação máxima). Foram ainda retirados os itens que já possuem contrato ativo.

Constatam-se diferenças relevantes no número de itens e de grupos que devem atender ao modelo 1 e ao modelo proposto. Evidencia-se também neste quadro que o modelo proposto terá menor impacto nos tempos listados no Capítulo 4.4.2, permitindo melhor distribuição das demandas para os compradores.

Tabela 26 – Comparação de itens a ser contratados nos modelos atual e modelo proposto

Fonte: Autor

GRUPO	DESCRITIVO DO GRUPO	Modelo Proposto			Modelo Atual		
		Não Contratar	Planejar Contrato	Total Geral	Não Contratar	Planejar Contrato	Total Geral
115	VALVULAS	1.376	35	1.411	1326	85	1411
47	GERAL PINTURA	98	28	126	88	38	126
79	POCO	289	23	312	278	34	312
63	MOTORES E PARTES	514	18	532	451	81	532
26	COMPRESSOR	766	15	781	695	86	781
44	GERAL ELETRICA	1.438	14	1.452	1398	54	1452
9	BROÇA POCO	133	13	146	133	13	146
18	CHAPA METALICA	120	13	133	121	12	133
45	GERAL MANOMETROS	158	13	171	146	25	171
51	JUNTA	400	13	413	384	29	413
85	QUIMICO POCO	48	13	61	39	22	61
110	TUBO ACO	234	13	247	229	18	247
86	QUIMICOS	50	11	61	46	15	61
91	SELO MECANICO	181	10	191	145	46	191
37	EPI	128	9	137	125	12	137
48	GRAXA E OLEO	52	9	61	48	13	61
41	GASES	23	8	31	13	18	31
43	GERAL CASA CONSTRUCAO	365	8	373	351	22	373
112	TUBO REVESTIMENTO	42	7	49	43	6	49
111	TUBO PRODUÇÃO	77	6	83	80	3	83
8	BOMBAS INDUSTRIAIS	544	5	549	497	52	549
15	CABOS ELETRICOS	155	5	160	156	4	160
21	CIMENTO	25	5	30	26	4	30
25	COMPENSADO MADEIRA	3	4	7	3	4	7
27	CONEXAO	523	4	527	493	34	527
31	CORREIA	45	4	49	42	7	49
38	ESCRITORIO	17	4	21	15	6	21
7	BATERIAS	55	3	58	46	12	58
34	ELEMENTO FIXACAO	162	3	165	160	5	165
39	FILTRO	60	3	63	59	4	63
40	FLANGE	142	3	145	131	14	145
49	INSTRUMENTACAO	49	3	52	50	2	52
55	LINHAS FLEX	17	3	20	19	1	20
65	OBTURADOR	27	3	30	26	4	30
67	PARAFUSO	326	3	329	311	18	329
70	PARTES TURBINA A GAS	476	3	479	457	22	479
80	POSICIONADOR	28	3	31	28	3	31
87	REGULADOR PRESSAO	34	3	37	33	4	37
103	TORRES E VAZOS PRESSAO	3	3	6	6		6
108	TRANSMISSOR PRESSAO	192	3	195	188	7	195
14	CABO POTENCIA	6	2	8	8		8
36	ENCITADEIRA		2	2	0	2	2
60	MEDIDORES VIBRACAO	14	2	16	14	2	16
62	MONITORES VIBRACAO	47	2	49	44	5	49
74	PIG	21	2	23	21	2	23
75	PISO E PAVIMENTACAO	23	2	25	24	1	25
81	PRENSA CABO	35	2	37	36	1	37
98	TERMOMETROS	86	2	88	81	7	88
100	TERMOPLASTICOS		2	2		2	2
3	ANCORAGEM	9	1	10	10		10
5	ATERRAMENTO	12	1	13	12	1	13
10	BUCHAS	34	1	35	29	6	35
29	CONVERSOR VELOCIDADE	75	1	76	70	6	76
35	EMBALAGEM	11	1	12	11	1	12
46	GERAL OFICINA	254	1	255	247	8	255
50	ISOLAMENTO TERMICO	4	1	5	5		5
53	LACRES	6	1	7	6	1	7
58	MANTAS	9	1	10	8	2	10
61	MISCELANEA	231	1	232	227	5	232
72	PENEIRA MOLECULAR	1	1	2	2		2
76	PLACA ORIFICIO	15	1	16	12	4	16
77	PLASTIFICADORES	13	1	14	9	5	14
83	PRESSURIZACAO POCO	7	1	8	5	3	8
88	RETENTOR	14	1	15	15		15
92	SENSORES	9	1	10	10		10
94	SMS	56	1	57	53	4	57
101	TIC	85	1	86	81	5	86
102	TIE-BACK LINER	2	1	3	3		3
104	TOTALIZADORES VAZAO	13	1	14	13	1	14
118	VENTILADORES	55	1	56	49	7	56
1	ACELEROMETRO	10		10	7	3	10
2	ANALISADORES	19		19	19		19
4	ARMAZEM	2		2	2		2
6	ATUADOR	57		57	55	2	57
11	CABO ACO	9		9	9		9
12	CABO INSTRUMENTACAO	3		3	3		3
13	CABO POLIPROPILENO	1		1	1		1
16	CALDEIRARIA	40		40	40		40
17	CALHA DEFLET	39		39	39		39
20	CHILLER E PARTES	46		46	45	1	46
23	CLIP	116		116	112	4	116
24	COLA	2		2	2		2
28	CONTROLADORES	34		34	33	1	34
30	CORDAO BORRACHA	3		3	3		3
32	CROMATOGRAFO E PARTES	32		32	30	2	32
33	DETECTOR GASES	6		6	5	1	6
42	GAXETAS	20		20	20		20
52	LABORATORIO	6		6	6		6
54	LINER	6		6	6		6
56	MADEIRAS E PALETES	1		1	1		1
57	MANCAL	1		1	1		1
59	MARCADORES	3		3	2	1	3
64	MOTORES ELETRICOS	20		20	20		20
66	PAINEL ELETRICO	109		109	105	4	109
68	PORTE TOT VAZAO	38		38	38		38
69	PARTES CABECA PRODUCAO	3		3	2	1	3
71	PDG	4		4	4		4
73	PESCARIA	109		109	104	5	109
78	PNEU	4		4	4		4
82	PRESSOSTATO	60		60	55	5	60
84	QUEIMADORES	4		4	4		4
89	ROLAMENTO	31		31	27	4	31
90	SECADOR	5		5	5		5
93	SISTEMAS MARITIMOS	2		2	1	1	2
95	SOLDAGEM	3		3	3		3
96	TELA SINTETICA	1		1	1		1
97	TERMOGERADOR	16		16	14	2	16
99	TERMOPAR	8		8	8		8
105	TRANSDUTOR	12		12	12		12
106	TRANSM. TEMPERATURA	3		3	3		3
107	TRANSMISSOR NIVEL	39		39	37	2	39
109	TRANSMISSOR VAZAO	15		15	15		15
113	TURBINA A GAS	2		2	2		2
114	TURBOEXPANDER	122		122	105	17	122
116	VARISTOR	3		3	3		3
117	VASO PRESSAO	9		9	9		9
119	VISOR DE NIVEL	27		27	21	6	27
<b>ITENS A CONTRATAR EM 2015</b>		388			982		



## 6. CONCLUSÕES

O principal objetivo deste projeto foi desenvolver um modelo com base no estudo do histórico de consumo, pedidos e *stocks* como ferramenta de suporte a decisão.

Ao analisar os indicadores históricos e comparar os modelos de planeamento pode-se gerar uma ferramenta para ampliar a capacidade de análise e suporte a decisão, bem como evidenciar a relevância da utilização dos *contratos globais* para aprimorar a capacidade de atendimento e reduzir tempos no setor de contratação.

As melhorias mais importantes no projeto estão relacionadas com a disponibilização de um novo modelo que consiga incrementar a assertividade e trazer maior aderência à seleção de itens, apoiando a decisão e planeamento das demandas. O modelo foi utilizado no planeamento de dois contratos que terão sua eficácia analisada em 2016 com a curva ROC. Será elaborado modelo adicional para planeamento dos itens vinculados a manutenção.

O enfoque para a criação e a manutenção dos contratos foi evidenciado com a realocação de um comprador para a atividade de contratos em julho de 2015.

O projeto serviu ainda como desenvolvimento pessoal, profissional, adicionando competências e evidenciando a aplicação de métodos estatísticos e modelos teóricos na cadeia de suprimento, somando-se ao conhecimento já explorado nesta área da ciência.

### 6.1 Trabalhos futuros

Como trabalho futuro sugere-se o estudo e aplicação de ferramentas estatísticas para análise de participação e competitividade nos processos de contratação, objetivando com isto trazer maior número de propostas nas licitações realizadas.

Outro aspecto a ser analisado é a aplicação da metodologia *WIP-Waste in Process* ao processo de contratação, auxiliando na identificação, classificação e saneamento nos tempos e processos internos.

Sugere-se ainda análise de modelos estatísticos para outras etapas na cadeia de suprimentos, como por exemplo, a análise dos preços para os itens que apresentam maior número de proponentes nas demandas da UO-AM.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Braga, A.C.S. (2000). *Curva ROC: Aspectos funcionais e aplicações*. Dissertação de Doutorado, Universidade do Minho, Braga, Portugal.
- Box, G.E.P., & Jenkins, G.M. (1970). *Time Series Analysis, Forecasting and Control*, San Francisco, Holden-Day.
- Campos, P.A.C., & Codeiro, A.A.L. (2006). Aplicação do modelo Arima para previsão do preço do frango inteiro resfriado no grande atacado do estado de São Paulo. XIII Congresso Brasileiro de Custos. Belo Horizonte, Brasil.
- Carter, J. R., & Choi, T.Y. (2008). *Foundation of Supply Management*. Tempe, AZ: Institute for Supply Management, Inc.
- Castanheira, N. P. (2005). *Estatística aplicada a todos os níveis*. Curitiba, PR: IBpex
- Decreto N° 2.745, de 24 de agosto de 1998. (1998). Aprova o Regulamento do Procedimento Licitatório Simplificado da Petróleo Brasileiro S.A. - PETROBRAS previsto no art. 67 da Lei n° 9.478, de 6 de agosto de 1997, Brasília. DF. Recuperado em 23.10.2015, de [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto/d2745.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/d2745.htm)
- Esling, P., & Agon, C. (2012). Time-series data mining. *ACM Comput. Surv.*, 45(1), 12:1–12:34. <http://doi.org/10.1145/2379776.2379788>.
- Fava, V.L. (2000), *Manual de econometria*. In: Vasconcelos, M.A.S. e Alves, D. Editora Atlas, São Paulo.
- Khan, M. Z. (2010). Intelligent Supply Chain Management. *Journal of Software Engineering and Applications*, 03(04), 404–408. <http://doi.org/10.4236/jsea.2010.34045>
- Lei N° 8.666, de 21 de junho de 2003 (2003). Regulamenta o art. 37, inciso XXI, da Constituição Federal, institui normas para licitações e contratos da Administração Pública e dá outras providências. Brasília. DF. Recuperado em 23.10.2015, de [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Leis/L8666compilado.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L8666compilado.htm)
- Montgomery, D.C., & Runger G.C. (2011). *Applied statistic and probability for engineers*. 5th Edition. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, Inc.
- Pindyck, R. S.; Rubinfeld, D. L. (2004) *Econometria: modelos & previsões*. Rio de Janeiro: Elsevier.
- Slack, N., Chambers, S., & Johston, R. (2009). *Administração da produção*. São Paulo: Atlas.
- Souza, R.C., & Camargo, M.E. (1996). *Análise e Previsão de Séries Temporais: Os Modelos Arima*. Ijuí: Sedigraf.

- Stevenson, W. J. (1981). Estatística aplicada a Administração. São Paulo, SP: Harper & Row do Brasil.
- Tan, P.N.; Steinbach, M.; Kumar, V. (2009). Introdução ao Data-Mining - Mineração de Dados. Rio de Janeiro, RJ: Editora Ciência Moderna Ltda.
- Toledo, G.L., & Ovalle, I.I. (1985). Estatística básica. São Paulo, SP: Atlas.
- Wolfinger, R. D. (1993). Covariance structure selection in general mixed models. *Communications in Statistics: Simulation and Computation*.22, 1079-1106.
- Xu, L., et all (2014). Information Security in Big Data: Privacy and Data Mining. IEEE Access. 20 th October, 2014.

# ANEXOS

# ANEXO I – QUANTIDADE DE ITENS POR GRUPO E CONSUMO - OUTUBRO/2004 A FEVEREIRO/2015.

Tabela 27 – Quantidade de itens por grupo de mercadorias e consumo – outubro/2004 a fevereiro/2015  
Fonte: Autor

Número Grupo	Resumo dos Grupos	Quantidade itens no grupo (A)	Quantidade eventos saída estoque (B)	Repeticao Consumo (B)/(A)
1	ACELEROMETRO	10	38	3,80
2	ANALISADORES	20	40	2,00
3	ANCORAGEM	12	202	16,83
4	ARMAZEM	2	14	7,00
5	ATERRAMENTO	15	108	7,20
6	ATUADOR	61	330	5,41
7	BATERIAS	64	3.609	56,39
8	BOMBAS INDUSTRIAIS	700	3.426	4,89
9	BROCA POCO	146	1.111	7,61
10	BUCHAS	72	1.096	15,22
11	CABO ACO	9	57	6,33
12	CABO INSTRUMENTACAO	3	5	1,67
13	CABO POLIPROPILENO	2	1.808	904,00
14	CABO POTENCIA	10	176	17,60
15	CABOS ELETRICOS	207	1.996	9,64
16	CALDEIRARIA	41	161	3,93
17	CALHA DEFLET	39	145	3,72
18	CHAPA METALICA	190	4.563	24,02
19	CHAPAS DIVERSAS	4	14	3,50
20	CHILLER E PARTES	46	101	2,20
21	CIMENTO	37	7.338	198,32
22	CIMENTO POCO	1	501	501,00
23	CLP	138	412	2,99
24	COLA	13	791	60,85
25	COMPENSADO MADEIRA	7	1.353	193,29
26	COMPRESSOR	907	6.372	7,03
27	CONEXAO	827	9.849	11,91
28	CONTROLADORES	34	111	3,26
29	CONVERSOR VELOCIDADE	76	257	3,38
30	CORDAO BORRACHA	3	68	22,67
31	CORREIA	50	732	14,64
32	CROMATOGRAFO E PARTES	33	65	1,97
33	DETECTOR GASES	7	26	3,71
34	ELEMENTO FIXACAO	242	3.494	14,44
35	EMBALAGEM	12	238	19,83
36	ENCITADEIRA	2	95	47,50
37	EPI	382	56.276	147,32
38	ESCRITORIO	35	4.602	131,49
39	FILTRO	68	730	10,74
40	FLANGE	373	3.904	10,47
41	GASES	32	2.967	92,72
42	GAXETAS	32	120	3,75
43	GERAL CASA CONSTRUCAO	787	13.526	17,19
44	GERAL ELETRICA	1.839	15.903	8,65
45	GERAL MANOMETROS	174	2.435	13,99
46	GERAL OFICINA	309	4.699	15,21
47	GERAL PINTURA	133	3.804	28,60
48	GRAXA E OLEO	93	4.284	46,06
49	INSTRUMENTACAO	59	965	16,36
50	ISOLAMENTO TERMICO	5	50	10,00
51	JUNTA	800	14.440	18,05
52	LABORATORIO	6	147	24,50
53	LACRES	8	226	28,25
54	LINER	6	72	12,00
55	LINHAS FLEX	21	109	5,19
56	MADEIRAS E PALETES	2	26	13,00
57	MANCAL	3	6	2,00
58	MANTAS	15	537	35,80
59	MARCADORES	7	473	67,57
60	MEDIDORES VIBRACAO	16	181	11,31
61	MISCELANEA	258	591	2,29
62	MONITORES VIBRACAO	49	221	4,51
63	MOTORES E PARTES	535	4.995	9,34
64	MOTORES ELETRICOS	20	29	1,45
65	OBTURADOR	30	387	12,90
66	PAINEL ELETRICO	123	564	4,59
67	PARAFUSO	503	6.228	12,38
68	PARTE TOT VAZAO	38	103	2,71
69	PARTES CABECA PRODUCAO	5	152	30,40
70	PARTES TURBINA A GAS	493	2.363	4,79
71	PDG	5	61	12,20
72	PENEIRA MOLECULAR	2	10	5,00
73	PESCARIA	127	250	1,97
74	PIG	27	213	7,89
75	PISO E PAVIMENTACAO	27	789	29,22
76	PLACA ORIFICIO	17	443	26,06
77	PLASTIFICADORES	14	109	7,79
78	PNEU	4	23	5,75
79	POCO	344	4.415	12,83
80	POSICIONADOR	32	258	8,06
81	PRENSA CABO	50	731	14,62
82	PRESSOSTATO	62	413	6,66
83	PRESSURIZACAO POCO	8	189	23,63
84	QUEIMADORES	4	47	11,75
85	QUIMICO POCO	62	2.745	44,27
86	QUIMICOS	72	3.321	46,13
87	REGULADOR PRESSAO	39	433	11,10
88	RETENTOR	25	156	6,24
89	ROLAMENTO	194	2.188	11,28
90	SECADOR	8	23	2,88
91	SELO MECANICO	196	2.738	13,97
92	SENSORES	10	231	23,10
93	SISTEMAS MARITIMOS	2	97	48,50
94	SMS	60	432	7,20
95	SOLDAGEM	22	287	13,05
96	TELA SINTETICA	1	48	48,00
97	TERMOGERADOR	16	167	10,44
98	TERMOMETROS	92	699	7,60
99	TERMOPAR	8	22	2,75
100	TERMOPLASTICOS	2	71	35,50
101	TIC	90	855	9,50
102	TIE-BACK LINER	3	39	13,00
103	TORRES E VAZOS PRESSAO	6	48	8,00
104	TOTALIZADORES VAZAO	15	71	4,73
105	TRANSDUTOR	12	46	3,83
106	TRANSM. TEMPERATURA	3	40	13,33
107	TRANSMISSOR NIVEL	40	131	3,28
108	TRANSMISSOR PRESSAO	208	1.501	7,22
109	TRANSMISSOR VAZAO	18	42	2,33
110	TUBO ACO	297	4.780	16,09
111	TUBO PRODUÇÃO	89	1.562	17,55
112	TUBO REVESTIMENTO	56	892	15,93
113	TURBINA A GAS	3	6	2,00
114	TURBOEXPANDER	122	284	2,33
115	VALVULAS	1.552	10.161	6,55
116	VARISTOR	3	5	1,67
117	VASO PRESSAO	12	17	1,42
118	VENTILADORES	56	287	5,13
119	VISOR DE NIVEL	27	80	2,96
<b>TOTAIS</b>		<b>15.445</b>	<b>239.273</b>	

## ANEXO II - GRÁFICOS Q-Q NORMAIS PARA TEMPO DE CRIAR PEDIDO

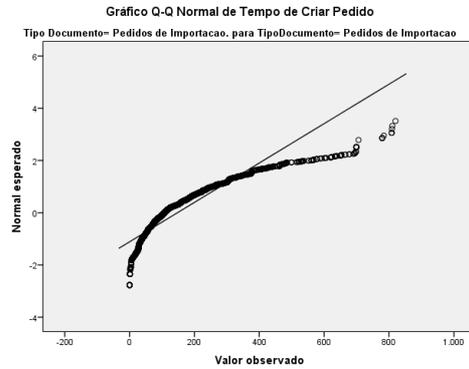


Figura 23 - Aderência à curva de normalidade para tempo de criar pedidos de importação

Fonte: Autor

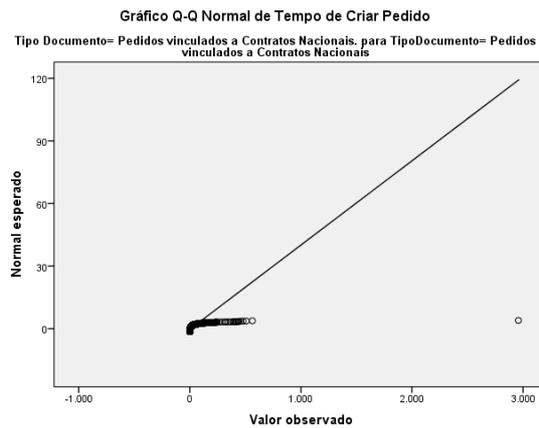


Figura 24 - Aderência à curva de normalidade para tempo de criar pedidos, itens com vínculo a contrato - nacionais

Fonte: Autor

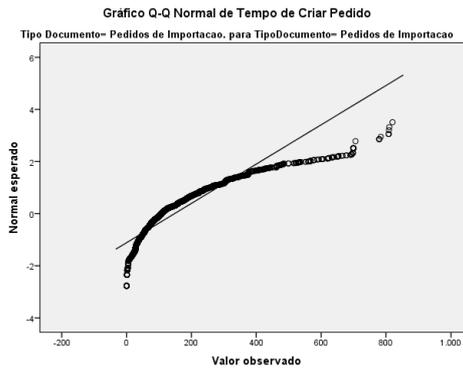


Figura 25 - Aderência à curva de normalidade para tempo de criar pedidos para itens sem vínculo a contrato - nacionais

Fonte: Autor

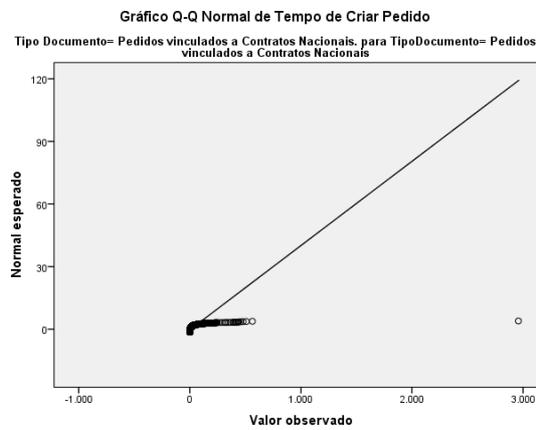


Figura 26 - Aderência à curva de normalidade para tempo de criar pedidos nos pedidos de transferência de *stocks*

Fonte: Autor

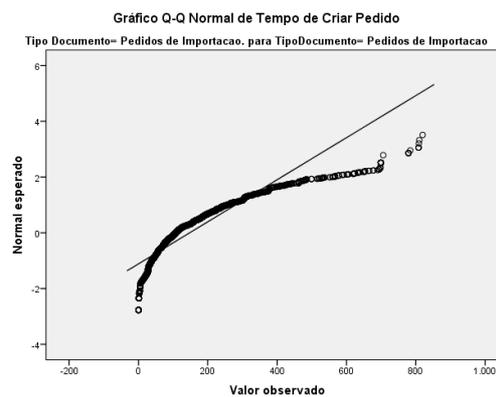


Figura 27 - Aderência à curva de normalidade para tempo de criar pedidos nos pedidos de importação