

Modelo preditivo de expedição de um entreposto no retalho alimentar

Vanessa Sousa Fernandes

Dissertação de Mestrado

Orientador na FEUP: Prof. Luís Gonçalo Rodrigues Reis Figueira



Mestrado Integrado em Engenharia Industrial e Gestão

2018-07-02

Resumo

O contexto do presente trabalho advém da necessidade de uniformizar as métricas e metodologias seguida no cálculo dos diferentes tipos de previsões que se executam ao longo da cadeia de abastecimento, no âmbito do retalho alimentar. Em suma, advém da necessidade de integrar as previsões de vendas como fonte comum de todas as previsões.

Assim sendo, com o presente trabalho pretendeu-se por fim aos atuais método de previsão, caracterizados pela sua componente histórica e construir um modelo em que se incluam as previsões de vendas no cálculo das previsões de expedição de um entreposto. Sob estas condições, o ponto-chave do problema passou pela necessidade de converter previsões de vendas em transferências de entreposto.

Para a resolução do problema foi necessário perceber quais as variáveis que mais contribuíam para a discrepância existente entre as previsões de venda e as transferências reais, analisar as relações entre si e compreender como inclui-las num modelo comum. Foi através dessa forma de investigação que se tornou possível desenvolver o modelo descrito neste trabalho.

Da aplicação do modelo a uma categoria da companhia, foi possível retirar algumas conclusões. Genericamente este é um modelo sensível à primeira iteração de previsão, apresentando erros de arranque elevados. Complementarmente apresenta comportamento de erro bastante disparo ao longo das semanas e apresenta algumas dificuldades em tratar épocas fortemente promocionais. Por outro lado, apresenta um tempo de corrida reduzido, bastante flexibilidade de utilização, retorna diferentes tipos de agregação e permite extrapolar a metodologia para outras categorias.

Palavras Chave: Cadeia de abastecimento; Previsão de Vendas; Previsão de expedição de entreposto; Retalho alimentar

Predictive model of expedition of a warehouse in food retail

Abstract

The context of the present work stems from the need to standardize the metrics and methodologies followed in the calculation of the different types of forecasts that are executed along the supply chain, in the scope of food retail. In short, it comes from the need to integrate sales forecasts as a common source of all forecasts.

Therefore, the current work intends to finish the current forecasting method, characterized by its historical component and to build a model that includes the sales forecasts in the calculation of the forecast of shipment of a warehouse. Under these conditions, the key point of the problem was the need to convert sales forecasts into warehouse transfers.

To solve the problem, it was necessary to understand which variables contributed the most to the discrepancy between sales forecasts and real transfers, to analyze the relationships among them and to understand how to include them in a common model. It was through this form of research that it became possible to develop the model described in this paper.

From the application of the model to a category of the company, it was possible to draw some conclusions. Generally this is a model sensitive to the first iteration of prediction, presenting high starting errors. Complementarily it presents a behavior of error quite shot throughout the weeks and presents some difficulties in treating times strongly promotional. On the other hand, it has a reduced running time, a lot of flexibility of use, it returns different types of aggregation and it allows to extrapolate the methodology to other categories.

Agradecimentos

Devo um agradecimento a todos os que contribuíram para esta dissertação.

À Sonae e a todos os colegas de trabalho por me proporcionarem esta experiência profissional e me darem a oportunidade de apreender mais a cada dia. Ao Luís pela orientação dada ao longo destes meses, bem como um apreço especial a toda a restante equipa de análise e planeamento da Sonae. Vocês foram sem dúvida um dos grandes motores desde projeto, não só pelo conhecimento que me facultaram mas essencialmente pelos sorrisos, desabafos e apoio que nunca me faltou.

Ao que a FEUP representou, a todos os professores que me ensinaram e auxiliaram durante este caminho. Ao professor Gonçalo Figueira pela ajuda prestada durante a elaboração da dissertação e aos meus amigos que partilharam comigo toda esta aventura e nunca deixaram de caminhar comigo.

Por último e mais importante agradeço à minha família, que sempre aturou as minhas frustrações e me permitiu chegar até aqui. Aos meus pais e irmão, em particular pelas oportunidades que me deram, pelos conselhos e a cima de tudo pelo apoio que nunca se esgotou.

Índice de Conteúdos

1. Introdução.....	1
1.1 Apresentação da empresa	2
1.2 Objetivos do projeto	3
1.3 Método seguido no projeto	3
1.4 Estrutura da dissertação.....	4
2.Estado da arte.....	5
2.1 Gestão da cadeia de abastecimento	5
2.1.1 Principais problemas da cadeia de abastecimento	5
2.2 Métodos de previsão	6
2.2.1 Métodos quantitativos	6
2.2.2 Problemas com os atuais métodos de previsão.....	7
2.2.3 Previsões colaborativas	7
3. Funcionamento da empresa e descrição do problema	9
3.1 Organização geral da empresa.....	9
3.2 O problema	11
3.3 Mapeamento do <i>as-is</i>	11
3.3.1 Processo de expedição de entreposto	12
3.3.2 Ferramentas implementadas.....	14
3.4 Considerações finais.....	17
4. Metodologia proposta.....	18
4.1 Considerações iniciais.....	18
4.2 Desenho do to-be.....	19
4.2.1 Variáveis relevantes para o problema	19
4.2.2 Variáveis implementadas	22
4.3 Funcionamento do modelo	23
4.3.1 Previsão de necessidades de venda e quebra	24
4.4 Considerações finais.....	26
5. Resultados e discussão	27
5.1 Análise de desempenho	27
5.2 Validação da Regressão e da variável quebra	28
5.3 Previsão por entreposto	29
5.4 Entreposto da Maia	30

5.4.1 Detalhe Entrepósito/Artigo/Loja e Entrepósito/Categoria/Loja.....	30
5.4.2 Detalhe Entrepósito/Categoria.....	31
5.5 Análise global do erro	35
5.5.1 Erro por nível de agregação.....	35
5.5.2 Evolução do erro de previsão	36
6. Desafios futuros	37
Referências.....	41
ANEXO A: Fluxograma do RDF	43
Anexo B: <i>Template</i> referente à conversão das semanas em dias	44
ANEXO C: Gráficos relativos ao entreposto da Maio para o período de validação	45
Anexo D: Gráficos resultantes da desagregação ao fluxo	51

Índice de figuras

Figura 1-Cadeia de abastecimento	2
Figura 2-A Sonae no grupo Efanor	2
Figura 3- Marcas do grupo Sonae.....	9
Figura 4-Hierarquia de lojas	10
Figura 5-Número de lojas por insígnia.....	10
Figura 6-Estrutura mercadológica	10
Figura 7-Processo de expedição de entreposto	12
Figura 8-Fases processo “Tratar projeções DCA”	13
Figura 9-Processo de obtenção das previsões da DCA	13
Figura 10-Processo "Cálculo das previsões dos frescos e DCNA"	13
Figura 11-Processo "Diarização da previsão"	14
Figura 12-Ferramentas implementadas	15
Figura 13-Ferramentas implementadas nas diferentes direções comerciais	15
Figura 14-Fases do processo de geração de previsões	15
Figura 15-Representação da forma de atuação do RDF	17
Figura 16-Tipos de agregação chave para o projeto	18
Figura 17-Ilustração do fluxo de artigos	20
Figura 18-Ilustração dos diferentes métodos de envio de encomendas	22
Figura 19-lustração da forma de atuação do modelo ao longo do tempo.....	23
Figura 20-Figura ilustrativa da previsão detalhada do cenário 1	33
Figura 21-Demonstração da relação entre o valor do erro e a semana a prever	33
Figura 22-Efeito dos enchimentos de loja.....	34
Figura 23-Ilustração da relação entre o erro e a semana de previsão.....	34
Figura 24-Relação entre o erro obtido e o nível de agregação	35
Figura 25-Ilustração da evolução do erro durante a previsão	36
Figura 26-Figura que evidencia o elevado erro de arranque do método de previsão.....	38
Figura 27-Efeitos provocados pelos enchimentos promocionais.....	39

Índice de tabelas

Tabela 1-Marcas constitutivas da Sonae Mc	9
Tabela 2-Relação entre o tipo de previsão e o nível de agregação	18
Tabela 3-Coefficientes da regressão linear múltipla	28
Tabela 4-Resultado do p-value das variáveis	28
Tabela 5-Cenários de teste para a quebra.....	29
Tabela 6-Relação entre o entreposto da Maia e Azambuja	29
Tabela 7-Cenários construídos para validação do método de previsão.....	30
Tabela 8-Exemplo do detalhe Entreposto/Artigo/Loja	31
Tabela 9-Ilustração da agregação categoria/loja/entreposto.....	31
Tabela 10-Resultados obtidos pela agregação Entreposto/Categoria	32
Tabela 11-Ilustração detalhada do resultado da agregação categoria/entreposto	32
Tabela 12-Resultados da desagregação por fluxo.....	35

1 Introdução

A atual conjuntura socioeconómica traduz-se, por parte das empresas, numa maior aposta de otimização de operações e respetivos procedimentos. Assim, ao reduzir os recursos despendidos as empresas conseguem reforçar o seu papel e tornar-se cada vez mais competitivas no seu segmento de ação. Nesse âmbito, a crescente preocupação com estas competências tem levado a que as metodologias de otimização se tornem cada vez mais importantes.

As abordagens prescritivas exigem muitas vezes análises descritivas e preditivas. No caso deste projeto serão análises de âmbito preditivo, mais concretamente relativas aos modelos de previsão. A sua análise é encarada como um passo extremamente importante e vantajoso no processo de otimização.

Os métodos de previsão, caracterizam-se pela sua importância no planeamento a diferentes níveis, custos, vendas ou previsão de mercados (C. e K. 1975). Com efeito, as previsões permitem às empresas um melhor planeamento e consequentemente uma mais correta alocação de recursos. Neste contexto, a aplicação de um modelo de previsão eficiente é extremamente valioso, pois não só diminui o risco associado à incerteza como permite que toda a cadeia de abastecimento se consiga organizar de uma forma mais planeada e eficiente.

Por outro lado, cronologicamente é visível o crescente aumento do erro associado aos métodos de previsão. Trata-se de uma tendência que se relaciona com as características cada vez mais dinâmicas que os mercados apresentam, fazendo com que o estado de alerta nesta matéria aumente, pois os fatores de sucesso de hoje não serão imperativamente os de amanhã (C. e K. 1975). É sob esta orientação que assenta a crescente preocupação da criação de modelos colaborativos, em que não se dê apenas ênfase aos modelos de previsão quantitativos, mas que se incorpore nesses modelos uma parcela representativa do ambiente em que se encontram, as previsões de vendas (M., P., e Sharon 2000).

Assim sendo, este projeto desenvolvido na equipa de análise e planeamento do pelouro da logística e cadeia de abastecimento da Sonae MC eleva-se como uma dissertação que pretende acrescentar conhecimento científico através de uma abordagem de integração de previsões com base na conversão de previsões de vendas. Trata-se de um projeto inserido no retalho alimentar, caracterizado por um mercado competitivo, dinâmico e rigoroso. Apresenta um modelo com uma dinâmica promocional forte e inconstante que resultará tanto em vantagens competitivas como num incremento de dificuldade no âmbito da previsão, sendo assim também um desafio para o projeto.

De entre os vários tipos de previsões executados pela companhia, tais como as receções de lojas e compras ao fornecedor o presente trabalho foca apenas essa integração ao nível das previsões de expedição de entreposto. Consiste no processo de previsão em apenas uma parte da cadeia de abastecimento o entreposto, com o objetivo de efetuar um planeamento de capacidades no âmbito dos transportes, infraestruturas (físicas) e de recursos humanos, sendo que o último mencionado se caracteriza pela pouca automatização que revela atualmente.

Na Figura 1 encontra-se descrita a iteração entre os vários intervenientes da cadeia de abastecimento.

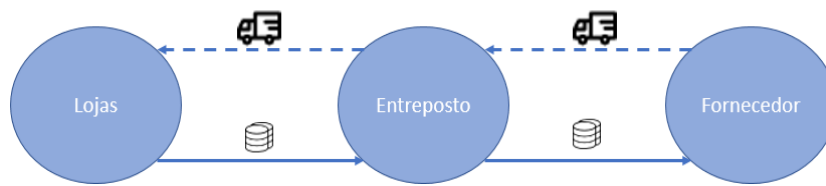


Figura 1-Cadeia de abastecimento

De salientar que este projeto é visto como uma oportunidade de substituir um já existente, com a esperança de daqui obter resultados que possam representar mais ganhos consideráveis de eficiência e flexibilidades, que se possa traduzir em mais competitividade.

1.1 Apresentação da empresa

O grupo Sonae tem a sua origem na Sociedade Nacional de Estratificados, que acabaria por evoluir para um grupo multinacional que abarca, hoje, áreas tão diversas como a distribuição moderna, o retalho especializado, as telecomunicações, o turismo, os media, os seguros, as novas tecnologias, entre muitos outros.

Sonae iniciou o seu crescimento e em 1985 foi criada a Sonae Investimentos SGPS (Sociedade Gestora de Participações Socias), S.A. que integrou com sucesso a bolsa de valores de Lisboa.

Ao longo do tempo vários foram os acontecimentos marcantes para o grupo, tais como a *joint venture* para renovar o negócio da distribuição e do retalho (1983), a expansão além fronteiras com a criação da Sonae UK (1984), a abertura do 1º hipermercado em Portugal (1985), o continente de Matosinhos, marcando assim o início da atividade da Sonae Distribuição, a entrada no mercado hoteleiro (1986) com a abertura do Hotel Porto Sheraton, o início de atividade da Sonae imobiliária e abertura dos primeiros centros comerciais (1986) (Sonae 2018a), entre outros, confirmando-se assim a estratégia de diversificação de negócio através de aquisições e criação de novos negócios.

Em 2007, com a alteração da estrutura de gestão inicia-se um novo ciclo no grupo. Belmiro de Azevedo torna-se *Chairman* da Sonae e Paulo Azevedo assume a Presidência Executiva. (Sonae 2018b)

Como se pode verificar na Figura 2 atualmente o grupo Sonae a par da Sonae Capital e Sonae Industria integram o grupo Efanor.



Figura 2-A Sonae no grupo Efanor

1.2 Objetivos do projeto

O presente trabalho tem como objetivo alavancar o conhecimento empregue nas previsões de vendas para as previsões de transferências de expedição de entreposto. Assim sendo, pretende-se criar uma linguagem única entre toda a companhia que permita a conversão das previsões de vendas em expedições de entreposto e que resulte numa menor variabilidade de erro ao longo do tempo.

Apesar da especificidade de teste, focado em apenas um conjunto de produtos que partilham as mesmas características, pretende-se que o modelo seja capaz de ser aplicado as restantes categorias da companhia. Ambiciona-se criar um modelo que possa englobar todas as características chaves dos produtos, para que possa ser representativo de toda a gama de produtos.

Em suma, com o presente trabalho pretende-se obter alguns *insights* iniciais, de como solucionar o problema proposto, sendo por isso expectável um *roadmap* extenso para a empresa dar continuidade.

1.3 Método seguido no projeto

De seguida, encontra-se descrita a metodologia de trabalho aplicada para a resolução do problema proposto.

1. Caracterização do problema;
2. Revisão da bibliográfica;
3. Mapeamento do *as-is*;
4. *To-be*;
5. Aplicação da metodologia;
6. Análise e discussão de resultados;
7. Desafios futuros.

Como primeira etapa, encontra-se a caracterização do problema. Trata-se de uma fase que inclui a análise do funcionamento da Sonae MC em especial da sua cadeia de abastecimento. Pretende-se nesta etapa contextualizar o problema em estudo bem como perceber a importância do mesmo na atual situação da companhia. Seguidamente, surge um processo de investigação, para daí obter informação teórica relevante sobre o assunto que se pretende estudar, a revisão bibliográfica.

Posteriormente, surge o mapeamento do *as is*. Define-se por uma fase responsável pela descrição dos processos atuais de expedição de entrepostos. Pretende-se com esta iniciativa identificar e descrever os principais constrangimentos do atual modelo de previsão da companhia

Retiradas as conclusões sobre as etapas passadas, caracterizadas pela sua componente de investigação e enquadramento é a partir da fase do *to-be* que se avança para o pensamento de resolução de problema. Sob estas condições, o *to-be* define-se por uma etapa onde se inicia a construção da solução bem como se tomam as primeiras decisões. Nesta fase, investigam-se pressupostos, variáveis, surgem os primeiros cenários de possíveis metodologias, definem-se janelas amostrais de previsão e desenvolve-se a solução.

Seguindo na metodologia, após o desenvolvimento da solução esta será testada e aplicada sobre um conjunto de dados. Esta nova fase é denominada de aplicação da metodologia.

Como últimas fases serão analisados os resultados do modelo de previsão e destacados alguns desafios futuros de forma a estabelecer o *roadmap* pretendido

1.4 Estrutura da dissertação

O presente trabalho está dividido em seis capítulos.

Dada a forte relação do problema proposto com a cadeia de abastecimento e modelos de previsão, o Capítulo 2 será incisivo na exploração de técnicas, soluções e trabalhos já apresentados neste âmbito. Em suma, será executada uma revisão bibliográfica do estado da arte.

No Capítulo 3, faz-se a contextualização da Sonae MC no âmbito da sua estrutura organizacional, bem como uma apresentação dos fluxos relacionados com o problema e cadeia de abastecimento onde está incluído. Será também âmbito de destaque o mapeamento dos processos atuais da companhia, bem como as ferramentas usadas. Sob estas condições será igualmente identificado e descrito o problema que se pretende estudar.

Posteriormente, no Capítulo 4, será apresentada uma proposta de solução do problema a estudar. Aqui está incluída a conceção, desenvolvimento e aplicação da metodologia.

No Capítulo 5 será estudado o desempenho da metodologia, através da apresentação e análise de resultados.

Por fim, no Capítulo 6 são tecidas considerações finais sobre o trabalho, nomeadamente algumas críticas e sugestões de melhoria assim como perspetivas futuras relativas ao mesmo.

2. Estado da arte

O presente capítulo introduz o estado da arte da literatura sobre logística, cadeia de abastecimento e os métodos de previsão. Com este capítulo pretende-se analisar os conceitos que mais se relacionam com o tema da dissertação, com o objetivo de construir uma base sólida teórica que possa ajudar na resolução do mesmo.

2.1 Gestão da cadeia de abastecimento

Pela análise literal do termo cadeia de abastecimento na literatura é notável a sua grande popularidade, seja em contextos académicos ou práticos. Existem várias razões para a sua crescente popularidade, tais como, o seu grande contributo para o aumento competitivo da empresa ou a ajuda preciosa na modelação da incerteza dos mercados (T. et al. 2001). A gestão da cadeia de abastecimento é vista como uma oportunidade de encontrar desafios competitivos no ambiente empresarial (Marilyn M. Helms 2000). Gestão da cadeia de abastecimento, ao invés dos modelos mais tradicionais gere todos os pontos uniformemente, em sintonia e nunca de uma forma independente (Marilyn M. Helms 2000).

Para o propósito do presente trabalho, a gestão da cadeia de abastecimento será definida no mesmo âmbito que o *Council of Supply Chain Management Professional* (CSCMP) a define. Segundo esta associação, a gestão de cadeia de abastecimento é definida como a vertente envolvente do planeamento e gestão de todas as atividades de *sourcing* e *procurement*, assim como todas as atividades logísticas. Considera igualmente a importância que a gestão da cadeia de abastecimento possui na coordenação e procura de colaboração entre parceiros da cadeia, que sejam eles fornecedores, intermediários, prestadores de serviços logísticos ou clientes (CSCMP n.d).

2.1.1 Principais problemas da cadeia de abastecimento

O planeamento da cadeia de abastecimento tende minimizar os problemas mais recorrentes das cadeias de abastecimento. Esses problemas cobrem uma alta gama de atividades empresariais, desde o nível estratégico e tático até ao operacional. Os três níveis de planeamento anteriormente referidos, diferem essencialmente entre si pela diferença de horizonte temporal do planeamento.

O nível estratégico apresenta um planeamento no longo horizonte temporal (Sascha Kraus 2006), o tático transforma os objetivos de longo prazo em objetivos de médio prazo (Martin Steinrücke 2012) enquanto o operacional apresenta um planeamento diário (Carvalho 2012).

De entre todos os desafios diários que são dirigidos às cadeias de abastecimento, existe aqueles que na ótica das companhias, mais concretamente no âmbito do retalho se verificam com mais frequência. (Simchi-levi 2003)

De entre uma diversidade de problemas conhecidos, Simchi-levi (2003) faz referência a algumas dessas adversidades, tais como:

- **A dificuldade em controlar stocks e prever expedição de entrepostos** - Uma vez que a procura do cliente muda com o tempo, as companhias têm a necessidade de tentar prevê-la da melhor maneira. Quanto mais representativa da realidade for essa previsão menor serão os custos de pedido de mercadoria, manutenção de *stocks* e mais eficiente será a gestão de recursos humanos nos entrepostos.

- **A formulação de estratégias de distribuição-** Os custos logísticos de distribuição são os que apresentam uma maior representatividade nos custos totais da cadeia de abastecimento. Por esse motivo, a distribuição é um dos maiores desafios da cadeia de abastecimento
- **O desafio de integrar equipas-** A gestão de recursos humanos, assume-se como ponto-chave da cadeia de abastecimento. É necessário garantir que os recursos estão devidamente distribuídos e que existe sinergia entre eles.
- **A flexibilidade e atendimento ao mercado-** Cada vez mais os clientes procuram experiencias personalizadas, o que exige que a cadeia de abastecimento acompanhe essa tendência.
- **Complexidade da cadeia de abastecimento-** Com as novas atuações no mercado e com uma realidade cada vez mais globalizada, verifica-se um aumento de complexidade da cadeia de abastecimento. Se antes a cadeia de abastecimento poderia seguir uma linha reta entre dois pontos, ela conta, atualmente, com uma série de ramificações e fatores de impacto.

2.2 Métodos de previsão

Quando uma companhia implementa uma filosofia de cadeia de abastecimento, para além de todas as vantagens competitivas que apresenta geralmente é necessário mudar culturas, e processos para conseguir suportar essa nova realidade (Marilyn M. Helms 2000). Por serem ponto-chave no processo de toda a cadeia de abastecimento, as metodologias de previsões devem ser tratadas com especial cuidado.

Uma previsão consiste na tentativa de extrapolar o comportamento futuro a partir das condições atuais, utilizando dados históricos do passado (Caiado 2002). Os métodos de previsão, ao preverem os níveis de procura, providenciam os *inputs* para o planeamento e controlo de toda a cadeia de abastecimento. (Gonçalves 2010)

Os modelos de previsão segundo Gonçalves (2010) dividem-se em dois tipos:

- Os modelos qualitativos, por se basearem em estimativas e opiniões, são considerados modelos subjetivos. Estes modelos são utilizados sempre que não existam dados históricos, ou caso existam, não sejam representativos do futuro. As técnicas qualitativas são utilizadas para previsões a médio e a longo prazo
- Os modelos de previsão quantitativos assentam no conceito da utilização dos dados históricos da procura para estimar a procura no futuro. Urge identificar padrões nos dados históricos e transpor este padrão para o futuro. Dentro dos modelos quantitativos existem os modelos causais e os modelos de séries temporais.

2.2.1 Métodos quantitativos

No âmbito dos métodos quantitativos de modelos de séries temporais destacam-se os modelos de amortecimento exponencial. Tratam-se de modelos que vão ao encontro das características base do padrão de procura, como nível, tendência e sazonalidade, projetando-as no futuro (Rob J. Hyndman 2008). Estes modelos fornecem benefícios computacionais e são escolhidos pela capacidade de lidar com diferentes tipos de séries temporais, incluindo séries ruidosas que são características das vendas no retalho. São modelos de amortecimento porque usam médias ponderadas com os dados históricos e modelos de amortecimento exponencial porque a

ponderação evolui com uma taxa exponencial (Bruce Bowerman 1979). Ou seja, dados mais recentes têm maior peso do que dados menos recentes.

Tendo em conta as diferentes séries temporais existem diferentes tipos de amortecimento exponencial, tais como:

- Amortecimento exponencial simples;
- Amortecimento exponencial duplo;
- Amortecimento exponencial triplo;
- Modelo intermitente de *Croston's*.

De referir que para escolha do método triplo é necessário um histórico mínimo de 52 semanas. No caso de artigos com baixa rotação e procura intermitente é usado o modelo de *Croston's* (Qingzheng XU 2012).

2.2.2 Problemas com os atuais métodos de previsão

Muitas companhias sabem que apresentam previsões ineficientes, contudo, muitas delas não sabem como melhorar e simplesmente assumem o erro, nada fazendo para converter a metodologia de execução (Marilyn M. Helms 2000). Consequentemente, verifica-se que as companhias começam a suportar a incerteza, através do armazenamento de *stock*. Perante essa situação é notável o desafio que as previsões de vendas apresentam na cadeia de abastecimento.

Muitos são os desafios envolvidos na criação de uma boa previsão. O mercado está constantemente em mudança. Existem constantes fluxos de novos produtos, promoções e novos canais de distribuição. Sob estas condições, muitas companhias continuam a prever apenas usando dados históricos (Marilyn M. Helms 2000). O problema com esta forma de atuação refere-se com o facto de se estar a assumir que o que aconteceu no passado voltará a acontecer no futuro. Dada a constante mudança que se verifica nos mercados, este não parece ser um pressuposto totalmente válido. É necessária mais informação.

Por outro lado, atualmente as companhias apresentam a necessidade de lidar com vários tipos de previsões ao longo da cadeia de abastecimento. Este facto poderá resultar numa não uniformização de métodos. Geralmente cada departamento ajusta a sua previsão tendo em conta as suas experiências e pontos de vista sobre o que consideram uma boa previsão. Com esta abordagem, poderá acontecer que não operem exatamente sobre o mesmo plano (Marilyn M. Helms 2000).

2.2.3 Previsões colaborativas

As previsões colaborativas têm sido vistas pelas companhias como uma forma de ultrapassar os problemas intrínsecos aos modelos tradicionais ao mesmo tempo que dão suporte à cadeia de abastecimento (Marilyn M. Helms 2000). Caracterizam-se por ser um método que aproveita todo o conhecimento, interno e externo, para criar a previsão.

Num método de previsões colaborativas todos os colaboradores contribuem com o seu conhecimento para a construção da melhor previsão possível. As vendas trazem informação dos clientes assim como dos períodos promocionais. O *marketing* contribui com o conhecimento de novas tendências, novos produtos. A produção contribui com o conhecimento claro do que é uma produção eficiente e capaz (Marilyn M. Helms 2000) e o departamento de previsões contribui com dados históricos e análises estatísticas. Uma das grandes vantagens deste modelo é o contributo para a redução de utilização de dados históricos.

Resumindo, o que acontece é que nos modelos colaborativos o *baseline* da informação histórica é suplementada por todos os aspetos anteriormente referidos.

3 Funcionamento da empresa e descrição do problema

No presente capítulo encontra-se descrita a atual estrutura organizacional do grupo Sonae bem como uma detalhada apresentação da área onde se insere o trabalho desenvolvido nesta dissertação. Encontra-se igualmente analisado o problema em estudo assim como os seus constrangimentos e limitações atuais.

3.1 Organização geral da empresa

Dada a diversidade de negócios, na Figura 3 encontram-se representadas as marcas de empresas participadas pela Sonae, em diferentes áreas de negócio(Sonae 2018b).

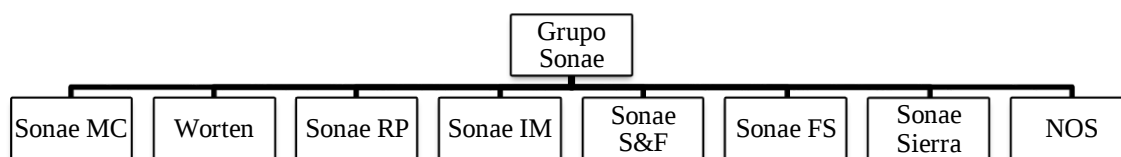


Figura 3- Marcas do grupo Sonae

A Sonae MC, empresa *core* do grupo Sonae, atual líder de mercado nacional (Sonae 2018c) no retalho alimentar e marca na qual se insere o presente trabalho, caracteriza-se pela sua diversidade de lojas e variedade de gama de produtos que apresenta aos seus clientes. As diversas marcas constitutivas da Sonae MC encontra-se descritas na Tabela1.

Tabela 1-Marcas constitutivas da Sonae Mc

Marcas Sonae Mc	
BAGGA	Go Natural
Continente	Meu Super
Continente Auto	Note
Continente Bom dia	Seguros Continente
Continente Modelo	Wells
Continente Negócios	Zu
Dr.Wells	Make notes
Elergone Energias	

De forma a uma maior coerência de linguagem, a Sonae MC apresenta uma **hierarquia de lojas** com base na sua localização. Todos os conjuntos representados na Tabela 1 são denominados de insígnias e caracterizam-se por uma grande granularidade. Contudo, como observado na Figura 4, as insígnias podem se divididas em grupos com menor granularidade e mais especificidade, nomeadamente **zona DOP**, representativa da zona de geográfica onde se encontram e **unidade funcional**, que se refere a identificação da loja.

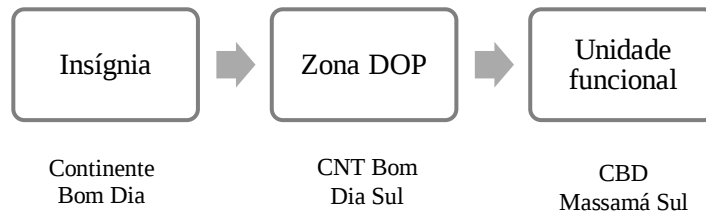


Figura 4-Hierarquia de lojas

Para o atual projeto será alvo de análise as insígnias, Continente Bom Dia, Continente Modelo, Continente e Meu Super. (Todas as insígnias onde se insere a categoria analisada.)

Atualmente apresenta cerca de 674 lojas, distribuídas pelas insígnias anteriormente referidas,. A Figura 6 representa essa distribuição pelas várias insígnias.

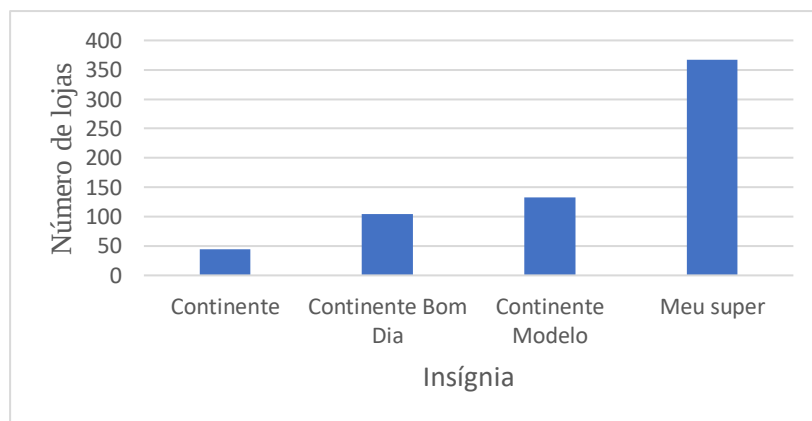


Figura 5-Número de lojas por insígnia

A figura 6 apresenta a hierarquia principal da **estrutura mercadológica** da Sonae MC, e um exemplo para cada posição. A primeira grande divisão refere-se à direção comercial a que pertencem, sendo de seguida repartidos de acordo com as restantes classificações.



Figura 6-Estrutura mercadológica

A Sonae MC opta, maioritariamente por uma distribuição centralizada interna.. Assim sendo, é da responsabilidade da companhia a distribuição da mercadoria da loja após a sua receção nos entrepostos.

Os seus entrepostos apresentam como principais funções a preparação de encomendas e armazenamento de *stock*.

Atualmente a companhia apresenta dois grandes centros de distribuição, situados na Maia e na Azambuja e têm a seu cargo os artigos de cariz alimentar. O primeiro abastece a região Norte,

até Pombal, em Portugal Continental e Açores. O segundo é responsável pela distribuição de Pombal para Sul e Madeira. Para além destes existem ainda os entrepostos de Águas de Pena, na Madeira e os do Carregado para o não alimentar.

Juntamente com os centros de fabrico, a logística da Sonae MC é responsável por três centros de fabrico, nomeadamente o centro de fabrico para padaria (CFP), carnes (CPC) e peixe (CDP).

O pólo logístico da maia compreende cinco entrepostos no âmbito alimentar: PBS ambiente, PBL Ambiente, Temperatura Controlada (Frio positivo) e Congelados. Comparativamente ao pólo logístico da Azambuja, estes apenas diferem no método de operação de congelados. Atualmente essa operação é realizada por um operador logístico externo num entreposto no Carregado.

As siglas PBS e PBL representam o fluxo utilizado nos entrepostos. No fluxo *Pickingbystore*(PBS) a mercadoria é recebida e armazenada. Cada artigo contém uma localização fixa para o *picking*. O preparador de encomenda efetua uma encomenda de loja de cada vez, percorrendo os vários artigos. No fluxo PBL, a mercadoria é rececionada e a preparação (*picking*) é efetuada distribuindo diretamente a mercadoria recebida nas posições fixas de cada loja. Neste tipo de fluxo não existe inventário de *stock*.

O conhecimento claro do funcionamento da empresa, tal e qual como foi descrito nos parágrafos acima, é o primeiro passo para melhor entender e caracterizar o problema proposto.

3.2 O problema

Dada a dimensão e complexidade da estrutura organizacional e da cadeia de abastecimento que o grupo Sonae apresenta, verifica-se a existência de muitos intervenientes em todos os processos. Perscrutando essa complexidade e diversidade no âmbito do presente trabalho, os processos preditivos, é notável as desigualdades constatadas nos vários pontos da cadeia de abastecimento. Deteta-se uma insuficiente cooperação entre as diferentes direções comerciais, onde cada departamento aplica o seu método de previsão, sem qualquer interação com as restantes. Isto é, em termos práticos, as direções comerciais sabem as suas responsabilidades mas não funcionam em sinergia com as restantes. Consequentemente, esta forma de atuação tem resultado em erros de previsão pouco animadores e a uma crescente desconfiança por parte da companhia em relação a essas análises.

Por todos os motivos anteriormente referidos, torna-se necessário mudar, garantindo que todos funcionam com sinergia dentro de uma metodologia universal. Na verdade que se construa uma métrica alinhada, que nos conduza a um resultado mais satisfatório e que devolva a confiança de análise que tanto se procura.

De forma a corroborar e apreender com mais detalhe o problema identificado, ao longo do próximo subcapítulo será descrito o mapeamento do *as is*.

3.3 Mapeamento do *as-is*

Com a convicção de que a excelência só é atingida com o conhecimento claro dos processos, pretende-se com os próximos parágrafos retratar o estado atual dos processos. Perceber de que forma é que se relacionam, quais as suas fragilidades e sinalizar oportunidades de melhoria.

No contexto de modelação de processos, resultantes da interação dos vários pontos da cadeia de abastecimento foram identificados cinco processos críticos:

- Processo de encomendas das lojas ao entreposto;

- Processo de encomendas do entreposto *PickingByStore* (PBS) ao fornecedor;
- Processo de encomendas do entreposto *PickingByLine* (PBL) ao fornecedor;
- Processo de previsão de expedições de entreposto;
- Processo de planeamento de capacidades para o entreposto.

É através destes processos que se torna possível garantir a satisfação das lojas, o abastecimento eficaz do entreposto e o dimensionamento de capacidades dos mesmos.

Dado o foco do presente trabalho, apenas será mapeado o processo referente a previsão de expedição de entreposto.

3.3.1 Processo de expedição de entreposto

É através da previsão de expedição que se torna possível mapear os entrepostos em diversas vertentes. Particularmente para o presente trabalhos será dada especial atenção à sua aplicação no mapeamento de recursos humanos denominando de previsão de *picking*.

Como intervenientes principais neste processo encontram-se:

- Direção Comercial Alimentar (DCA), Direção Comercial Não Alimentar (DCNA) e Frescos como fontes de informação;
- Equipa de análise e planeamento como responsável pelo tratamento de informação.

Demonstrado na Figura 7, o processo de expedição de entreposto pode se dividido em quatro processos distintos. Definem-se como processos executados de forma independente, mas com influência nos processos seguintes, pois o resultando de cada uma deles resulta num *baseline* que servirá de *input* para a o seguinte. Contudo, será através da interação conjunta que se torna possível obter o objetivo final, a previsão de *picking*.

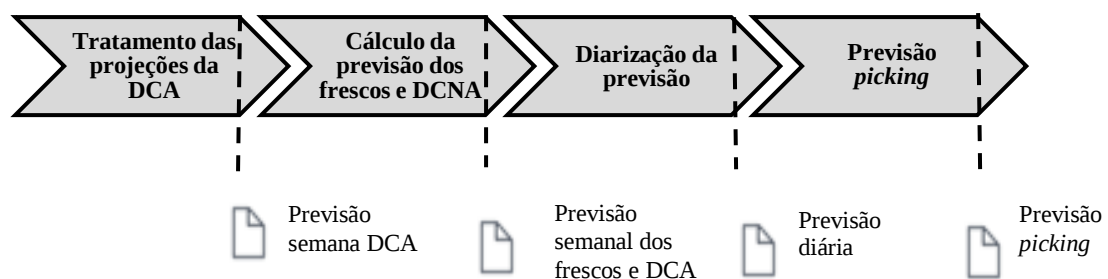


Figura 7-Processo de expedição de entreposto

Durante os próximos parágrafos é feita uma análise específica aos processos identificados anteriormente.

Tratamento das projeções da DCA

O processo de obtenção da previsão da DCA encontra-se demonstrado na Figura 8 e é constituído por duas fases distintas.

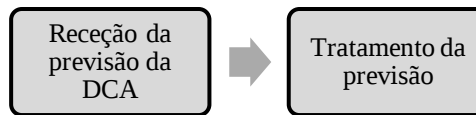


Figura 8-Fases processo “Tratar projeções DCA”

A primeira fase consiste na validação da receção das previsões enviadas pela DCA. Nesta fase existem dois intervenientes, a DCA, responsável pelo envio e a equipa de análise e planeamento pela validação da receção. Tal como se demonstra na Figura 9, a forma de obtenção dessa previsão por parte da DCA baseia-se numa recolha de dados históricos de encomendas seguida da aplicação de uma percentagem de crescimento previsto. Refere-se ainda que a equipa de análise e planeamento não apresenta qualquer intervenção na obtenção das previsões da DCA, sendo apenas o “cliente” final.

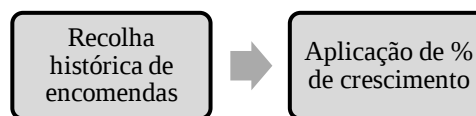


Figura 9-Processo de obtenção das previsões da DCA

Contudo, em termos de entreposto, dada a existência de níveis de serviço de expedição e preparação inferiores a 100% é necessário tratar essa informação numa ótica de aligeirar os efeitos dessas variáveis. Esse ajuste é tratado na segunda fase (tratamento da previsão) e consiste na aplicação de uma taxa de rutura sob a previsão fornecida pela DCA. O valor da taxa a aplicar é calculado com base no último mês de operação. Destaca-se como responsável da segunda fase a equipa de análise e planeamento.

Como resultado das fases anteriormente descritas é obtida a previsão semanal referente á DCA, também conhecida como *baseline* final do processo.

Cálculo da previsão dos frescos e DCNA

Ao invés do que acontece com a direção comercial alimentar, para a direção comercial não alimentar e frescos não existe um *input* inicial de previsão gerado pelas respetivas direções comercial e facultado á equipa de análise e planeamento. Sob essas condições, todas as ações derivadas do processo em questão, são unicamente da responsabilidade da equipa de análise e planeamento.

O processo “Cálculo das previsões dos frescos e DCNA” encontra-se demonstrado na Figura 10. Caracteriza-se pela segmentação em duas fases distintas. A fase inicial destaca-se pela recolha de transferências históricas. A segunda fase, compreende uma análise de tendência comportamental das últimas semana, bem como a extrapolação futura desses dados, através da aplicação de um método quantitativo de previsão, o amortecimento exponencial simples.

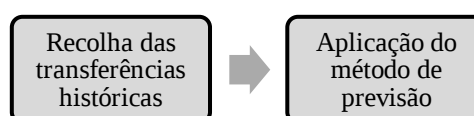


Figura 10-Processo "Cálculo das previsões dos frescos e DCNA"

Como consequência final das ações anteriormente referidas é obtida a previsão semanal de frescos e de cariz não alimentar.

Diarização da previsão

O processo “Diarização da previsão” é responsável pela obtenção da previsão diária de quantidade de mercadoria para um entreposto. Define-se como um processo que cuida os *baselines* dos processos anteriores a fim de obter o resultado da previsão diária que inclua todos os âmbitos de previsão descritos (DCA,DCNA e Frescos). O processo decompõe-se em duas fases distintas e é da inteira responsabilidade da equipa de análise e planeamento.

A primeira fase denominada de “Obtenção da previsão semanal” caracteriza-se pela agregação dos *baselines* dos processos anteriores. (Previsão semana da DCA e previsão semanal dos frescos e DCA). Desta fase resulta uma previsão semanal que contempla todas as direções comerciais.

Contudo, para obter uma previsão mais transversal, torna-se necessário aumentar a granularidade da previsão, convertendo-a de semanal em diária. Para esse efeito, surge a segunda fase, que através da aplicação de métodos de previsão descarateriza a previsão semanal em diária. (Introdução de diferentes pesos por dia).

Como resultado das fases descritas na Figura 11 é alcançada a previsão diária em caixas totais.

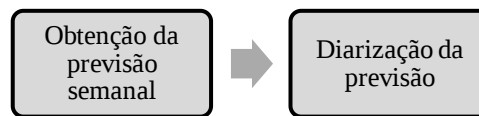


Figura 11-Processo "Diarização da previsão"

Previsão de *picking*

Como última etapa do processo *core* “Expedição de entreposto” surge a “Previsão de *picking*”. Caracteriza-se pela responsabilidade de converter as previsões de expedição em quantidade, obtidas no processo de “Diarização da previsão” em previsão efetiva de *picking*. Essa conversão resulta da multiplicação da previsão diária de quantidades pela percentagem de caixas de *picking* do último mês. Trata-se de uma taxa obtida através da divisão das caixas *picking* pelas caixas totais desse período.

O processo de previsão de *picking* é a etapa que permite obter o *baseline* final do processo *core*. Desse resultado advém a informação mais relevante para a gestão de recursos humanos do entreposto, a previsão de *picking*.

3.3.2 Ferramentas implementadas

No decorrer do levantamento da metodologia atual, foi possível aferir a existência de múltiplas ferramentas implementadas. De entre todas, dada a aplicabilidade preditiva do atual projeto, são merecedoras de especial atenção as ferramentas com relação direta no cálculo de previsões de vendas e utilidade no processo de aprovisionamento demonstradas na Figura 12.

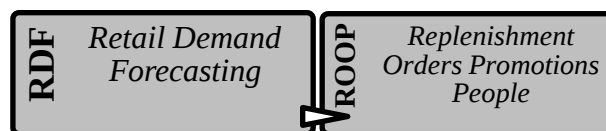


Figura 12-Ferramentas implementadas

Tal como se verifica na Figura 13, cada direção comercial apresenta uma ferramenta específica.

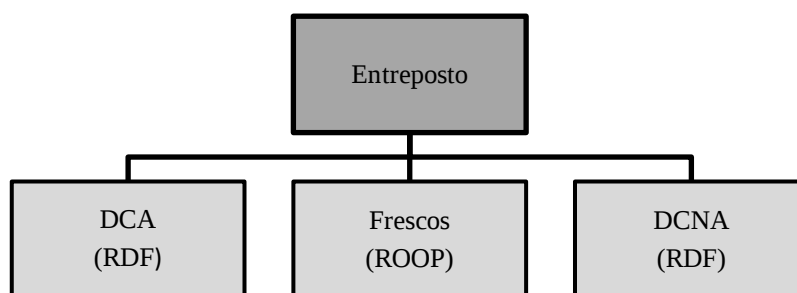


Figura 13-Ferramentas implementadas nas diferentes direções comerciais

O *Replenishment Orders Promotions People* mais conhecido com ROOP, trata-se de uma ferramenta implementada nos frescos. Apresenta como funcionalidades *core* o cálculo de previsões de vendas bem como utilidade no aprovisionamento de loja.

No âmbito das restantes direções comerciais, é o *Retail Demand Forecasting* (RDF) que requer especial atenção. Ao invés do que ocorre no ROOP, o RDF não apresenta características que permitam o aprovisionamento, focando-se apenas no cálculo das previsões de vendas nas lojas. Dada a orientação do presente trabalho para o âmbito alimentar apenas será detalhada ao longo dos próximos parágrafos a ferramenta correspondente, o RDF.

Previsão RDF

O *Retail Demand Forecasting*, mais conhecido como RDF é uma ferramenta da Oracle utilizada pela Sonae MC para o cálculo de previsões de vendas diárias ao artigo/loja. Apesar de não executar automaticamente o processo de aprovisionamento, este é utilizado como *input* para o método de aprovisionamento atualmente utilizado.

O processo de geração de previsões é descrito na Figura 14. Trata de um procedimento composto por quatro fase que se repetem em formato *batch* numa periodicidade semanal.

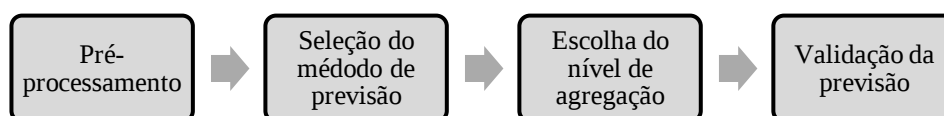


Figura 14-Fases do processo de geração de previsões

Pré-processamento

A fase inicial, pré-processamento tem como *input* o histórico de vendas ao artigo/loja. Compreende a aplicação de várias técnicas para captação, organização, tratamento e preparação de dados. É uma etapa que possui relevância fundamental na construção de dados mais fiáveis, ajustados e limpos.

Como *baseline* final desta fase são obtidas as vendas históricas livres de *outliers*, com efeitos de ruturas minimizados, sem *lift* promocional e com uma curva de vendas “alisada” face às reais. Enfatiza-se a importância desta fase pela relação direta que apresenta sob a geração de uma previsão ajustada.

Seleção do método de previsão

Na segunda fase do procedimento é escolhido o método de previsão a usar pela ferramenta. Embora existam diferentes tipos de modelos de previsão (Šečkute e Pabedinskaite 2003), no âmbito do RDF utilizam-se os modelos quantitativos associados a modelos de séries temporais. Consoante as características da série histórica de vendas, o RDF recorre a diferentes variantes de amortecimento exponencial.

Para uma escolha eficiente e fácil do método a usar a Oracle desenvolveu um meta-método que seleciona automaticamente o melhor método de previsão (*AutoEs*). De entre os métodos a escolher incluem-se o amortecimento exponencial simples, duplo, triplo e o modelo intermitente *Croston's*.

Escolha do nível de agregação

A penúltima fase destaca-se pela seleção do nível de agregação. No RDF são utilizadas duas estruturas hierárquicas. A hierarquia de lojas, caracterizada pela definição hierárquica de lojas com base na sua localização (Insígnia, DOP e loja) e hierarquia de artigos, que corresponde à estrutura mercadológica da companhia. Em ambas as previsões hierárquicas, existem diferentes níveis de agregação: a agregada e desagregada ao nível desejado.

O cálculo ao nível agregado conta com a venda histórica de um grupo de Artigos/Lojas e caracteriza-se pela baixa variabilidade e consequente série temporal mais fácil de prever.

O nível desagregado deriva da desagregação que tem por base a venda média das últimas quatro semanas, bem como o peso correspondente a cada combinação artigo/loja.

Por outro lado, a performance depende da capacidade de desagregação das previsões. Ao nível da ferramenta, a Oracle desenvolveu um método (*AutoSource*) que sugere o nível de agregação ótimo com base no histórico de vendas.

Validação da previsão

A “Validação da previsão” é a última fase do procedimento do RDF. Caracteriza-se pela responsabilidade de validar a previsão retornada pela ferramenta.

Para tal, existe a criação de alertas que sinalizam casos críticos que necessitam de validação. De entre as várias razões para a necessidade de validação encontram-se a título de exemplo a existência de uma previsão muito desfasada das vendas reais ou casos em que existam *outliers* consecutivos nas últimas semanas. Perante o tipo de evidência existe um conjunto de alertas que são acionados.

Tipicamente existem dois tipos de alerta, o de pré-processamento, que é atualizado com

periodicidade mensal e o de previsão que é atualizado semanalmente.

No caso de ser detetado algum tipo de alerta, é necessário proceder à sua análise e consequente aprovação manual. No caso de não ser necessária validação, a previsão gerada será aprovada de forma automática.

Consecutivamente à validação, é necessário transformar a previsão de vendas semanais em diária. Esta geração tem como base o cálculo de fatores diários em RDF através do histórico do perfil semanal das vendas reais totais. Os fatores diários podem ser gerados a três níveis diferentes, artigo/loja, unidade- base/loja ou categoria/loja.

Na Figura 15 encontra-se ilustrada a forma de atuação do RDF. O fluxograma da ferramenta pode ser consultado na Figura A1 do Anexo A.

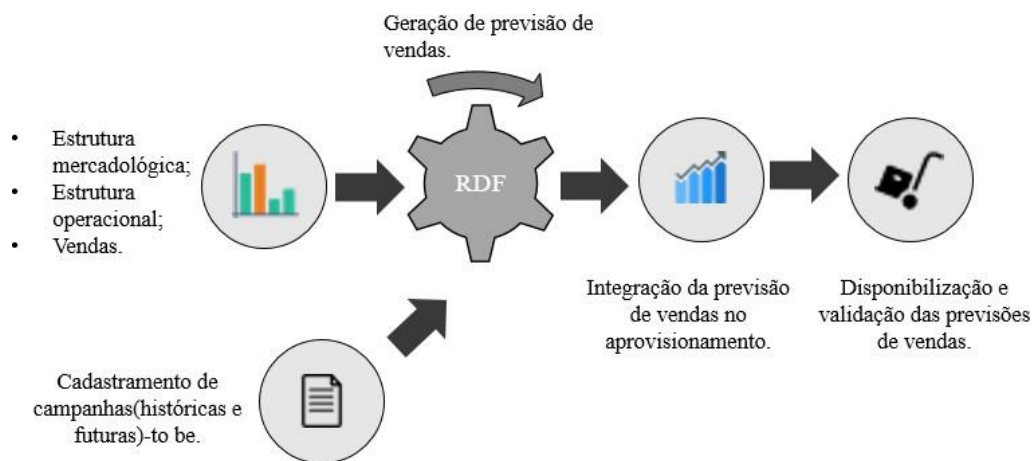


Figura 15-Representação da forma de atuação do RDF

3.4 Considerações finais

Posteriormente ao mapeamento do *as is* é possível entender a ineficiência e imprecisão que o processo apresenta.

Metodologicamente constata-se a existência de várias abordagens no processo de expedição de entreposto. Não existe uma metodologia única e transversal às direções comerciais. Na verdade estas sabem as suas responsabilidades, mas não trabalham em sinergia entre si. Perante este procedimento, as incoerências são notáveis e o individualismo de procedimento acarreta a responsabilidade da variabilidade. Adicionalmente, também se verifica o alto teor histórico da metodologia. Apenas são utilizados métodos quantitativos de previsão.

No âmbito das ferramentas enunciadas, verifica-se a falta de aproveitamento de grande parte das suas potencialidades. No RDF, a informação proveniente das previsões de vendas, apenas está a ser utilizado como *input* no método de aprovisionamento.

Perante o cenário atual, é possível entender um grande potencial de melhoria, seja ao nível do procedimento, através da uniformização do mesmo e definição clara das métricas ,seja ao nível de um maior aproveitamento das ferramentas, como por exemplo , a integração da informação proveniente do RDF no cálculo de expedição de entreposto.

4 Metodologia proposta

Ao longo deste capítulo é descrita detalhadamente a metodologia desenvolvida no presente trabalho.

Na primeira fase, será tema de análise as considerações iniciais, onde se incluem os primeiros pressupostos e considerações básicas que servem de apoio para o desenho da solução. Posteriormente será detalhado o desenho *to be*, bem como uma abordagem ao processo de tratamento de dados.

4.1 Considerações iniciais

Os primeiros pressupostos a serem assumidos, referem-se ao enquadramento da metodologia no âmbito dos pressupostos globais das previsões. Neste domínio, inclui-se, por exemplo, a definição do horizonte temporal que se pretende abarcar, o detalhe de previsão pretendido e a frequência de execução da previsão.

Na conjectura do horizonte temporal, a metodologia apresenta uma previsão máxima igual à que será retornada pela ferramenta responsável pela previsão de vendas, o RDF. Entende-se com a anterior premissa que a metodologia não terá uma limitação de construção referente a este tema, pois a janela de previsão apenas será limitada pelo “alcance” de previsão que o RDF retornar. Contudo, para validação da presente metodologia, é usada uma janela de previsão que coincide com a executada atualmente pela companhia, quinze semanas.

No âmbito do detalhe da previsão, que se caracteriza por especificar a granularidade da previsão, vários foram os cenários analisados que precederam a tomada de decisão. A necessidade de encarar esta característica com especial atenção, assenta na dependência da relação entre o detalhe escolhido e o objetivo da previsão. Na Tabela 2, encontra-se evidenciada essa relação, em que cada tipo de previsão apresenta diferentes níveis de agregação, evidenciados através do símbolo x.

Tabela 2-Relação entre o tipo de previsão e o nível de agregação

Previsão	Entreposto	Fluxo	Loja	Categoria	Artigo	Semana	Dia
Transportes	x	x	x	x		x	x
Receção de loja	x	x	x	x		x	x
Fornecedores PBL	x	x		x	x	x	x
Fornecedores PBS	x	x		x	x	x	x

Para o propósito do presente trabalho, alinhando o objetivo ao detalhe, definiu-se como chave os tipos de agregação representados na Figura 16.

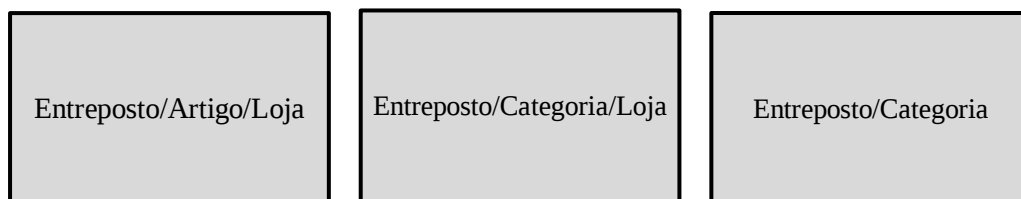


Figura 16-Tipos de agregação chave para o projeto

A estratégia de execução, assenta numa abordagem *bottom up*, isto é a primeira iteração de resultados é executada ao detalhe Entrepósito/Artigo/Loja ,seguida de uma agregação ao Entrepósito/Categoria/Loja e finalizando com a agregação ao Entrepósito/Categoria. Em suma, verifica-se ao longo das iterações um aumento do nível de agregação e consequentemente uma diminuição da especificidade.

Na ótica do atual projeto, o detalhe com mais relevância é o do Entrepósito/Categoria. Destaca-se essa agregação pela necessidade de prever a totalidade de caixas a expedir pelo entreposto. Nesta situação, pretende-se o cenário mais agregado em detrimento do mais detalhado, como por exemplo na agregação Entrepósito/Artigo/Loja.

Contudo, com a execução dos restantes níveis de agregação torna-se possível extrapolar a metodologia para outras previsões que não a de expedição, como por exemplo, numa ótica de transportes, fornecedores, receções, entre outras. Com essa forma de atuação torna-se possível obter uma preciosa versatilidade na metodologia que esta a ser apresentada.

O último pressuposto inicial assumido, relaciona-se com a frequência de execução da previsão. Neste domínio definiu-se que a metodologia seria atualizada semanalmente para a janela de previsão anteriormente definida.

4.2 Desenho do to-be

Sendo o objetivo da metodologia o cálculo de previsões de expedição de entreposto, o desafio *core* define-se pela necessidade de converter previsões de vendas de loja, nas suas reais necessidades.

Tendo em vista esse objetivo, através do mapeamento atual da companhia, adveio a possibilidade de dar continuidade a utilização do RDF como *input* no método de aprovisionamento de lojas e assim calcular as verdadeiras necessidades de lojas sem necessidade de mais cálculo algum. Na verdade, o pensamento seria replicar a atual interação entre método de aprovisionamento e RDF ao longo da janela de previsão. Dessa sinergia resultaria como output a encomenda de cada loja e consequentemente a transferência real do entreposto para essa loja. Contudo, esta solução abarcaria problemas de incompatibilidade temporal, que iriam incorrer num custoso tempo computacional. Por esse motivo, foi refutada essa possibilidade.

Refutada a possibilidade de simulação, optou-se por um outro modelo, do tipo causal, onde se incluem as previsões de vendas (RDF), não como *input* direto do método de aprovisionamento, mas com o objetivo de as incluir no processo de estimação do método de aprovisionamento.

De salientar que o *software* escolhido para dar corpo ao modelo foi o *Rstudio*. Trata-se de um *software* integrado para R, com uma linguagem de programação forte em componente estatística.

4.2.1 Variáveis relevantes para o problema

A primeira análise incidiu sobre a tentativa de inferir quais as causas da diferença existente entre as previsões de vendas e expedições. Assim sendo, foi retratado tal como se demonstra na Figura 17 o fluxo dos artigos.

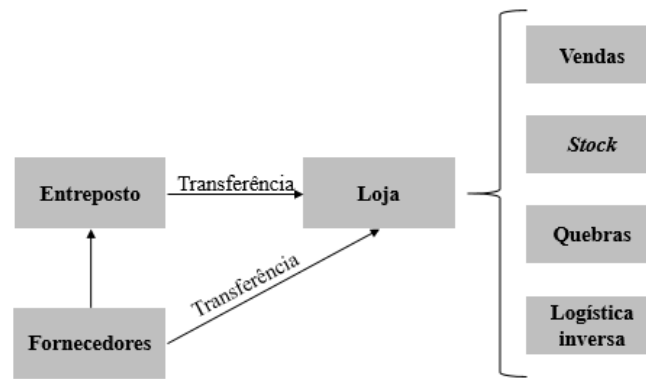


Figura 17-Illustração do fluxo de artigos

Da análise do fluxo de artigos entre fornecedores, entreposto e loja resultaram como potencialmente influenciadoras as seguintes variáveis

1. *Stocks* de loja;
2. Mínimos de encomenda por caixa;
3. Mínimos de encomenda por loja;
4. Arredondamento de palete;
5. Método de envio de encomendas;
6. Quebra;
7. *Minimum Display Quantity* (MDQ);
8. Enchimento de loja.

1. *Stocks* de loja

Uma das variáveis justificativas da diferença entre as transferências para a loja e as suas previsões de vendas são os produtos que se encontram aprovisionados nas mesmas.

Por motivos estratégicos ou de segurança, é comum a existência de artigos armazenados em loja. Apesar de existirem diversos tipos de *stock*, para o presente trabalho, o termo *stock* será entendido com o *stock* total da loja.

Em termos práticos e ignorando todos os restantes fatores influenciadores, a variável *stock* implicará que, por exemplo, numa situação em que exista previsão de vendas de 100 unidades e existam 200 armazenadas em loja, a transferência seja nula.

Sob essas condições, é corroborada a premissa de que o *stock* é uma variável que justifica e influencia a diferença entre as previsões de vendas e as transferências reais.

2. Mínimos de encomenda por caixa

O mínimo de encomenda por caixa, também conhecido como *StorePack* é a variável que define o número de unidades que uma caixa de um artigo apresenta. Esta variável apresenta um efeito

de arredondamento à caixa e perante a companhia é um valor que pela sua dependência à combinação artigo/fornecedor se encontra em constante atualização.

Num contexto prático, numa situação em que seja necessário transferir 20 unidades de um artigo que possua um mínimo de encomenda por caixa de 24 unidades, serão enviadas as 24 unidades em detrimento das 20 necessárias. Com o efeito desta variável serão enviadas mais 4 unidades do que o necessário. Sob essas condições, é ratificada a influência desta variável no modelo a propor.

3. Mínimos de encomenda por loja

A variável mínimos de encomenda por loja delibera sobre o número mínimo que as lojas podem encomendar ao entreposto. Caracteriza-se por ser uma variável limitadora no processo de encomenda das lojas e depende inteiramente da combinação artigo/loja.

Se uma loja pretender encomendar 2 caixas de um artigo e se essa loja possuir um mínimo de encomenda desse artigo de 100 caixas, na verdade a transferência será de 100 em detrimento das 2 que são necessárias. Sob essas condições, verifica-se um excedente de 98 caixas face a verdadeira necessidade da loja.

Em suma, é possível aferir que a variável mínimos de encomenda por loja também é uma variável que influencia a diferença entre previsões e transferências.

4. Arredondamento de palete

O arredondamento de palete é uma variável que advém do funcionamento intrínseco do entreposto. Este fator, determina o arredondamento de uma encomenda que contemple no mínimo 70% da palete completa.

Num contexto prático o que se verifica é uma inflação do valor da transferência face à verdadeira necessidade da loja, o que infere que esta também é uma variável que influencia a diferença entre previsões e transferências.

5. Método de envio de encomendas

O envio de encomendas para a loja poderá ser realizado de duas formas distintas: de forma direta ou centralizada. Tal como se verifica na Figura 18, o método direto advém da relação direta entre fornecedores e loja, enquanto o centralizado refere-se a todas as encomendas que partem do entreposto.

Na verdade, a loja poderá não receber apenas do entreposto, mas também por entrega direta de fornecedores. Assim sendo, é necessário perceber que nem tudo o que é necessidade de loja terá imperativamente que ser tratada ao nível do entreposto.

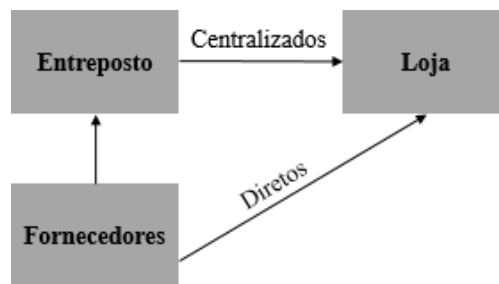


Figura 18-Ilustração dos diferentes métodos de envio de encomendas

6. Quebra

A quebra no seu sentido literal significa produto que por algum motivo deixou de existir ou de estar apto a vender. Apesar de para a categoria usada no presente trabalho não existir uma quebra com um valor muito expressivo, no âmbito da companhia esta é um variável com um peso elevado. Isto é, existem diferentes tipos de quebra, tais como a quebra conhecida e desconhecida. Assim sendo, as transferências terão que ser teoricamente superiores para fazer face a essa variável.

7. *Minimum Display Quantity*

O *Minimum Display Quantity* (MDQ) caracteriza-se pela sua função controladora de quantidades em prateleira. A aparência da loja, bem como a certeza de que a procura é satisfeita, são duas das premissas essenciais desta companhia. Por esse motivo, independentemente do que for vendido ou transferido, terá que ser garantida uma quantidade mínima de artigo em prateleira. Esse mínimo encontra-se parametrizado e é totalmente dependente da combinação artigo/loja.

Em suma, este é um fator que inflacionará as necessidades de loja face às previsões de venda.

8. Enchimento de loja

Os momentos de enchimento de loja provêm essencialmente de duas fontes: ou por motivos de abertura de loja ou por motivos promocionais. Contudo, independentemente do motivo, esta é uma variável que inflacionará as transferências desse período.

Por exemplo, num momento fortemente promocional, o que se afere é um enchimento de loja durante o período anterior à promoção. Consequentemente, o que se verifica é um enchimento sobreabundante, onde as transferências são consideravelmente superiores às necessidades do período.

4.2.2 Variáveis implementadas

Apesar de todas as variáveis anteriormente descritas se assumirem como variáveis influenciadores do processo e merecedoras de especial atenção na construção do modelo, apenas algumas foram efetivamente implementadas na metodologia. Por implementar fica a

variável mínimo de encomendas por lojas e arredondamento de palete.

A impossibilidade de implementação dessas duas variáveis, deve-se ao facto de se tratarem de variáveis temporalmente dependentes. Isto é, o presente trabalho será validado com dados históricos, e a informação referente a essas variáveis é dinâmica, pelo que o valor atualmente disponível poderá não representar imperativamente o valor referente aquele que se verificava no período histórico. Dada essa incerteza, foi decidido não as implementar.

Assim sendo apenas são implementadas as seguintes variáveis:

1. *Stock* de loja;
2. Mínimo de encomenda por caixa;
3. Método de envio de encomendas;
4. Quebra;
5. *Minimum Display Quantity* (MDQ);
6. Enchimento de loja.

Apesar de estas serem *a-priori* as variáveis com mais impacto no problema, só através dos resultados é que será possível determinar se serão suficientes para caracterizar eficazmente o problema.

4.3 Funcionamento do modelo

A proposta apresentada para solucionar o problema apresentado, encontra-se descrita esquematicamente na Figura 19. Caracteriza-se como sendo um modelo de previsão de transferências executado ao nível Entrepasto/Artigo/Loja, que funciona a partir de sucessivas iterações. Como dados de entrada é definido um ponto de partida (S-1), denominado de **semana de previsão** e um ponto final (S,S+1...) que se refere á **semana a prever**. Ao longo das iterações será calculada a previsão para cada semana individualmente, que será usada na iteração seguinte.

A par do que se verifica com as previsões de transferências, também se verifica o mesmo procedimento rolante para o cálculo de *stocks*.

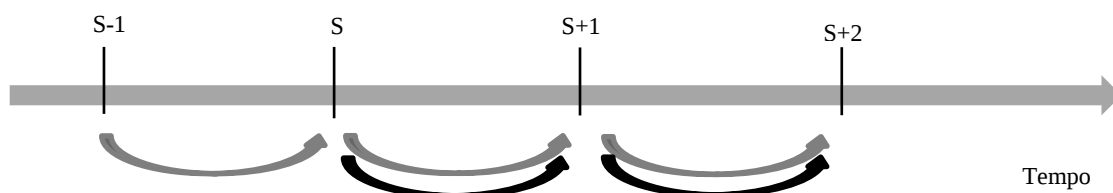


Figura 19-lustração da forma de atuação do modelo ao longo do tempo

As equações que incorporam o modelo de previsão encontram-se a baixo descritas.

$$Transf'_{(s)} = NecessidadesVenda'_{(s)} \times (1 + Quebra') - (Stock'_{(s-1)} - MDQ) \quad (4.1)$$

$$Transf'caixas_{(s)} = Arred.para.cima \left(\frac{Transf'_{(s)}}{StorePack} \right) \quad (4.2)$$

$$Transf'final_{(s)} = Transf'caixas_{(s)} \times StorePack \quad (4.3)$$

$$Stock'_{(s)} = Stock'_{(s-1)} - \left(NecessidadesVenda'_{(s)} \times (1 + Quebra') \right) + Transf'_{(s)} \quad (4.4)$$

Em que,

$Transf'_{(s)}$, Previsão da transferência da semana a prever

$NecessidadesVenda'_{(s)}$, Previsão de necessidades da semana a prever

$Stock'_{(s-1)}$, Previsão de *stock* da semana anterior a considerada

$Transf'caixas_{(s)}$, Previsão da transferência da semana a prever em caixas

A equação da previsão de transferências caracteriza-se pela sua relação com a previsão de necessidades de vendas da semana em consideração, quebra, *stock* disponível que a loja apresenta do artigo que está a ser considerado, que teoricamente é o *stock* da semana anterior e o MDQ. De salientar que a diferença entre o *stock* existente e o MDQ, visa garantir um dos pressupostos essenciais das companhias, a existência de uma quantidade mínima de artigos em prateleira

O cálculo final da previsão de transferências apresenta três momentos distintos. O primeiro refere-se ao cálculo em unidades através da Equação (4.1), o segundo consiste na conversão de unidades em caixas, Equação (4.2) e o terceiro demonstrado na Equação (4.3) abarcar o cálculo da transferência final em unidades após a aplicar o efeito *StorePack*.

A conversão de unidades para caixas apresenta não só uma grande importância para o cálculo da efetiva transferência, que servirá de *input* para o cálculo do rolante de *stock*, como também para efeito de entreposto, pois nesse âmbito apenas importa a informação referente ao número de caixas.

Pela análise da Equação (4.1), verifica-se que uma das parcelas necessárias para o seu cálculo é o *stock* da semana anterior. Com isto, torna-se necessário a par das transferências prever o *stock*.

A equação responsável por esse cálculo encontra-se demonstrada na Equação (4.4) e mostra-se dependente de diferentes variáveis, tais como o *stock* da semana anterior à considerada, as previsões de necessidade e previsões de transferências do período considerado e quebra. No caso preditivo de *stock*, dado que o seu cálculo apenas é utilizado como *input* na equação (4.1) não existe a necessidade de converter o valor calculado em caixas.

As precisões de necessidades de vendas e quebra, presente no cálculo de todas as equações anteriormente referidas, serão detalhadamente tratadas na secção seguinte.

4.3.1 Previsão de necessidades de venda e quebra

A previsão de necessidades de venda, conhecida no modelo como $NecessidadesVenda'$, refere-se ao *input* da equação que futuramente será a parcela responsável pela integração das previsões de vendas retornadas pelo RDF. Contudo, no presente trabalho essa componente não terá

ligação ao RDF, sendo substituída por uma regressão linear múltipla que visa através de dados históricos calcular previsões de necessidades.

Os motivos pelos quais não são introduzidas no modelo as previsões de vendas do RDF são:

- A companhia ainda não apresenta a vertente promocional das previsões de vendas;
- Não foi incorporada a vertente regular já operacional de forma a não incrementar no momento de validação da metodologia o erro associado à previsão do RDF.

Perante a utilização de dados referentes a vendas históricas, torna-se necessário construir o modelo que melhor os represente, segundo determinado critério, de modo que a partir desse modelo se possam retornar os valores mais aproximados da realidade.

No sentido de alcançar um “bom modelo” da regressão linear múltipla foram executadas algumas etapas:

1. Formulação do modelo;
2. Estimação;
3. Avaliação da qualidade do modelo ajustado.

A primeira etapa assume uma elevada importância, no sentido de que dela depende grande parte do sucesso do problema a tratar. Face ao problema em questão o modelo formulado teve por base a Equação (4.5). Define-se como uma equação demonstrativa do procedimento de cálculo da variável *NecessidadesVenda'*, bem como da sua relação com as vendas promocionais e regulares.

$$NecessidadesVenda' = K \times VP_{(S+1)} + Y \times VR_{(S+1)} + X \times VR_{(S)} + Z \times VP_{(S)} \quad (4.5)$$

Dada a necessidade de estudar o valor da semana promocional e regular da semana que se está a prever bem como o valor da semana promocional e regular da semana seguinte, foi necessário desagregar a variável dependente *NecessidadesVenda'*, por um conjunto de variáveis conhecidas. Dessa desagregação resultou o modelo linear representado na Equação (4.6).

$$Tranf + Stock - MDQ = K \times VP_{(S+1)} + Y \times VR_{(S+1)} + X \times VR_{(S)} + Z \times VP_{(S)} \quad (4.6)$$

Em que,

Tranf, Transferências do período

Stock, Stock do período

MDQ, Minimum display Quantity

VP, Venda promocional

VR, Venda regular

Na segunda fase, pretende-se obter os pesos anteriormente referidos (X,Y,K,Z). Para a estimação desses parâmetros é necessário definir qual a amostragem a considerar. A janela amostral a utilizar, denomina-se de janela de treino e corresponde ao período compreendido

entre o dia 1 de Março de 2017 e o dia 25 de junho de 2017. Para a estimação das variáveis é assumido o pressuposto de que a regressão não será centrada obrigatoriamente em 0. (*Intercept* diferente de zero). Define-se como um pressuposto que pretende permitir que variáveis que não estejam a ser contempladas no modelo também possam ser integradas no modelo.

Após o término da fase de estimação serão retornados os pesos das variáveis independentes. Os resultados serão apresentados no Capítulo 5.

Na terceira e última fase serão retiradas ilações sobre os dados estatísticos retornados pelo modelo de regressão. Com essa análise pretende-se validar o modelo de regressão.

A par da necessidade de estimar a variável *Necessidades Vendas*, também é necessário depreender sobre a variável quebra. Para estimar o seu valor é necessário compreender qual o comportamento dessa variável ao longo do tempo e qual o valor que poderá representar a variável nas equações anteriormente definidas. Perante essa necessidade é necessário executar diferentes corridas dentro do período de treino definido. De salientar que a variável quebra esta representada em quantidades quebradas por percentagem de vendas.

Para o presente trabalho foram executadas três corridas diferentes. As conclusões e resultados obtidos encontram-se detalhadamente apresentados no Capítulo 5.

4.4 Considerações finais

A fim de colocar em prática o modelo proposto, foi necessário um intensivo e custoso tratamento de dados capaz de alimentar o modelo.

A par do que se salientou na secção anterior acerca da janela de treino, importa também salientar a existência de um período de validação. Define-se como o período compreendido entre o dia 26 de junho de 2017 (semana 27) e o dia 31 de Dezembro de 2017 (semana 53). Trata-se do período em que se fará a validação da metodologia e a posterior retirada de resultados. Na Tabela B 1 e B2 do Anexo B é possível consultar a descaracterização das semanas pelos respetivos dias a que correspondem

De salientar que os períodos anteriormente definidos foram obtidos através da utilização de uma ferramenta auxiliar, o *Microsoft SQL server*. Foi através da utilização dessa ferramenta que se tornou possível ultrapassar a complexidade dos sistemas de informação da companhia.

As janelas de treino e validação para além de possuírem informação referente às variáveis que são implementadas no presente trabalho, são introduzidas outras referências, tais como:

- Semana de ocorrência;
- Entreposto associado;
- Loja associada;
- Tipo de aprovisionamento.

5. Resultados e discussão

Com este capítulo pretende-se patentear os resultados obtidos na validação da metodologia, bem como deliberar sobre os mesmos. Será retratado numa primeira instância os critérios de análise de desempenho e posteriormente a discussão e apresentação dos resultados.

5.1 Análise de desempenho

O principal objetivo aquando da aplicação de um modelo de previsão é a de que este de forma ajustada e precisa preveja os valores pretendidos. Assim sendo, o modelo é tanto mais eficaz quanto menor for a discrepância entre o valor retornado e o real.

Com o objetivo de inferir sobre a performance da metodologia houve a necessidade de definir critérios de erros de previsão. Assim sendo, os critérios de erros de previsão utilizados na validação de metodologia são:

Erro Percentual- O erro percentual define-se como uma medida relativa de análise e caracteriza-se pela sua importância na determinação da precisão do cálculo (Swanson 2002). Para o presente trabalho é calculado como passo intermédio para o cálculo do BIAS e MAPE.

$$\text{Erro percentual} = \frac{(\text{Transferência Real} - \text{Previsão Transferência})}{\text{Transferência Real}} \times 100 \quad (5.1)$$

Erro percentual absoluto médio (MAPE)- Traduz o valor percentual absoluto médio dos desvios entre os valores observados e as previsões. O indicador estatístico MAPE retorna informações relevantes para posterior comparação com os modelos de suavização. Essa comparação permite decidir se estes representam um bom ajuste aos dados (Swanson 2002).

$$\text{MAPE} = \frac{\sum |\text{Erro Percentual}|}{\text{Número de observações}} \quad (5.2)$$

Erro percentual absoluto médio ponderado (WMAPE)- Traduz a relação entre o somatório dos erros absolutos de todas as observações e a soma de todas as transferências reais. Fornece uma medida de previsão concisa que pode ser usada para resumir o desempenho em qualquer nível detalhado e período de tempo. O WMAPE distingue-se do erro MAPE pela consideração do peso relativo das transferências reais totais do período em análise.

$$\text{WMAPE} = \left(\frac{\sum |\text{Transferências Reais} - \text{Previsões Transferência}|}{\sum \text{Transferências Reais}} \right) \times 100 \quad (5.3)$$

Erro Percentual Algébrico Médio (MALPE) – MALPE é geralmente usado com medição do BIAS (Swanson 2002). A análise do BIAS permite inferir se a metodologia retorna uma previsão a cima ou a baixo dos valores reais.

$$\text{BIAS} = \frac{\sum \text{Erro Percentual}}{\text{Número de observações}} \quad (5.4)$$

WBIAS- Em termos de cálculos é idêntico ao cálculo do MWAPE, diferindo apenas no numerador. É caracterizado pela possibilidade de perceber de forma ponderada quão afastada esta a previsão do valor real.

$$WBIAS = \frac{\sum(Transferências Reais - Previsão Transferências)}{\sum Transferências Reais} \times 100 \quad (5.5)$$

5.2 Validação da Regressão e da variável quebra

Regressão Linear Múltipla

Da segunda etapa definida no Capítulo 4 resultaram os coeficientes representados na Tabela 3.

Tabela 3-Coeficientes da regressão linear múltipla

	Coeficientes
Semana regular (S)	1,9
Semana regular (S+1)	0,092
Semana promocional (S)	0,904
Semana promocional (S+1)	1,458

Os pesos atribuídos pela regressão a cada variável são coerentes face à forma de atuação da companhia. A título de exemplo, o elevado peso atribuído à semana promocional da semana seguinte corrobora o efeito do enchimento antecipado a uma campanha promocional. No que respeita ao *p-value* dos coeficientes, tal como se verifica na Tabela 4, retorna valores iguais ou aproximados de zero. Perante essa evidência conclui-se que todas as variáveis definidas para o estudo são significativas para o modelo.

Tabela 4-Resultado do *p-value* das variáveis

	<i>p-value</i>
Semana regular (S)	0
Semana regular (S+1)	1,00E-03
Semana promocional (S)	0
Semana promocional (S+1)	1,00E-19

Da forma a validar o modelo de regressão são analisados alguns parâmetros estatísticos. Um dos métodos de avaliar a qualidade do ajuste do modelo é através do coeficiente de determinação. Para o presente modelo de regressão foi obtido um valor de aproximadamente 92%. Perante a aproximação do resultado a 100% é possível inferir que o modelo foi capaz de explicar os dados coletados. Em suma, conclui-se que existe uma grande proporção da variável dependente que é explicada em termos lineares pelas variáveis explicativas, isto é pela regressão.

Relativamente ao coeficiente de determinação ajustado, foi obtido um valor de 91%.

Perante os resultados obtidos a regressão foi validada.

Quebra

Para efeito de validação do valor da quebra foram necessários criar três cenários distintos e compreendidos no período de treino. Os cenários e resultados encontram-se descritos na Tabela 5. O resultado demonstrado advém do cálculo da média da variável quebra durante o período do cenário

Tabela 5-Cenários de teste para a quebra

Cenário	Início(sem	Fim(sem	Resultado
1	11	16	0,45%
2	16	21	0,34%
3	21	26	0,50%

Dos resultados obtidos verifica-se que a variável quebra não se apresenta como uma variável significativamente dependente do período de teste. Por esse motivo, o valor a ser usado no período de validação da metodologia é o 0,5%.

5.3 Previsão por entreposto

A primeira análise incidiu sobre a aferição comportamental do modelo aquando aplicado ao entreposto da Maia e Azambuja. Com esta abordagem pretende-se perceber se existe uma relação direta entre a variação do erro de previsão e o entreposto. Sob estas condições, para a mesma semana de previsão e semana a prever são construídos dois cenários distintos. O primeiro referente ao entreposto da Maia e o segundo ao da Azambuja. Ambos os cenários são concebidos à agregação Entreposto/Categoria.

Posteriormente à definição dos cenários, para o modelo de previsão ser executado são escolhidas quatro janelas temporais. Os resultados obtidos encontram-se demonstrados na Tabela 6.

Tabela 6-Relação entre o entreposto da Maia e Azambuja

Cenário	Entreposto	Semana de previsão	Semana a prever	WMAPE	WBIAS
1	Maia	28	43	15,50%	-1,98%
		31	46	15,03%	-1,48%
		34	49	16,36%	0,13%
		37	52	13,15%	3,72%
2	Azambuja	28	43	15,55%	3,63%
		31	46	12,63%	-1,76%
		34	49	11,13%	-0,84%
		37	52	8,66%	0,76%

Analisando a Tabela 6 poder-se-á verificar-se que apesar do erro associado ao cenário dois ser ligeiramente inferior ao do Cenário 1, genericamente as medidas de desempenho dos dois cenários apresentam comportamentos muito semelhantes. Por esse motivo no presente trabalho apenas será objeto de estudo o entreposto da Maia.

5.4 Entreposto da Maia

Para a retirada de conclusões foi executada um conjunto de iterações capazes de correr todo o período de validação de metodologia. Desse modo, são executadas diversas corridas, com um período de previsão de quinze semanas e com início na semana 27. Dado que a previsão é feita à semana, durante a apresentação dos resultados serão indicados os períodos a analisar tendo em conta o número de semana a que corresponde.

A panóplia de resultados e base de todas as análises será a representada na Tabela 7.

Tabela 7-Cenários construídos para validação do método de previsão

Cenário	Semana de previsão	Semana a prever
1	27	42
2	28	43
3	29	44
4	30	45
5	31	46
6	32	47
7	33	48
8	34	49
9	35	50
10	36	51
11	37	52

A execução do modelo perante os cenários anteriormente definidos é executada numa perspetiva *Bottom-up*. Cada cenário apresenta resultados referentes aos três níveis de agregação, sendo que a sequência de execução será: em primeiro lugar Entreposto/Artigo/Loja, seguido do detalhe Entreposto/Categoria/Loja e finalizará com a agregação ao Entreposto/Categoria.

5.4.1 Detalhe Entreposto/Artigo/Loja e Entreposto/Categoria/Loja

Apesar de não apresentar resultados relevantes para o efeito de expedição de entreposto, o detalhe ao Entreposto/Artigo/Loja e Entreposto/Categoria/Loja são fases intermédias da metodologia que possibilitam a obtenção do detalhe mais relevante para o presente trabalho, a agregação ao Entreposto/Categoria. Por esse motivo será feita uma breve abordagem ao procedimento de obtenção dos detalhes Entreposto/Artigo/Loja e Entreposto/Categoria/Loja.

O detalhe Entreposto/Artigo/Loja caracteriza-se por ser a previsão mais detalhada. A sua execução, torna possível obter para todos os artigos com saída do entreposto da Maia, o valor da previsão da transferência desse artigo numa loja específica. Na Tabela 8 é possível analisar um exemplo de *output* ao detalhe Entreposto/Artigo/Loja retornado pelo modelo após a definição da janela temporal de previsão.

Tabela 8-Exemplo do detalhe Entrepasto/Artigo/Loja

Artigo	Loja	Semana de previsão	Semana a prever	Previsão transferência (caixas)	Transferência real (caixas)	Erro absoluto
2003363	1	27	28	0	2	2
	1	27	29	1	1	0
	1	27	30	1	2	1
	1	27	31	1	1	0
	1	27	32	2	1	-1
	1	27	33	1	2	1
	1	27	34	2	1	-1
	1	27	35	1	1	0
	1	27	36	2	1	-1
	1	27	37	2	2	0
	1	27	38	2	1	-1
	1	27	39	1	1	0
	1	27	40	2	2	0
	1	27	41	1	1	0
	1	27	42	2	2	0

Após a execução da agregação demonstrada na Figura 8, é possível agregar a informação ao detalhe Entrepasto/Categoria/Loja. Com esta previsão é possível retornar previsão de transferências referentes a toda a categoria numa loja. Na Tabela 9 é possível observar um exemplo dessa agregação.

Tabela 9-Ilustração da agregação categoria/loja/entrepasto

Loja	Semana de previsão	Semana a prever	Transferência Real(caixas)	Previsão de Transferência(caixas)	Erro absoluto
1	27	28	693677	669761	-23916
4	27	28	700001	690079	-9922
14	28	29	688678	699999	11321

5.4.2 Detalhe Entrepasto/Categoria

O detalhe ao Entrepasto/Categoria, caracteriza-se por ser o último detalhe retornado pelo modelo proposto. Para o período de validação anteriormente referido, foram obtidos os resultados apresentados na Tabela 10.

Tabela 10-Resultados obtidos pela agregação Entreposto/Categoria

Cenário	Semana de previsão	Semana a prever	WMAPE	WBIAS
1	27	42	15,50%	-1,98%
2	28	43	15,03%	-1,48%
3	29	44	16,36%	0,13%
4	30	45	13,15%	3,72%
5	31	46	15,55%	3,63%
6	32	47	12,63%	-1,76%
7	33	48	11,13%	-0,84%
8	34	49	8,66%	0,76%
9	35	50	12,30%	-4,00%
10	36	51	10,30%	-4,07%
11	37	52	9,60%	-3,69%

Os resultados apresentados na Tabela 10 derivam do cálculo da média da medida de desempenho obtida em cada iteração. Na Tabela 11 encontra-se um exemplo que está na origem dos valores apresentados na Tabela 10 referente ao cenário 1. O valor introduzido como WMPA e WBIAS no cenário 1 da Tabela 10 corresponde ao valor médio do WMAPE e WBIAS demonstrada na Tabela 11. O procedimento executado para o cenário 1 é replicado nos restantes cenários.

Tabela 11-Ilustração detalhada do resultado da agregação categoria/entreposto

Semana de previsão	Semana a prever	Previsão de transferência(caixas)	Transferência real(caixas)	WBIAS(%)	WMAPE(%)
27	28	50277	43330	16,03	16,03
27	29	37655	44864	-16,07	16,07
27	30	34489	37844	-8,87	8,87
27	31	33489	52994	-36,81	36,81
27	32	42164	36859	14,39	14,39
27	33	40141	42432	-5,40	5,40
27	34	36513	50576	-27,81	27,81
27	35	42119	40486	4,03	4,03
27	36	54288	41054	32,24	32,24
27	37	45832	41281	11,02	11,02
27	38	51101	53388	-4,28	4,28
27	39	55077	51015	7,96	7,96
27	40	48125	54142	-11,11	11,11
27	41	50123	44318	13,10	13,10
27	42	48386	59100	-18,13	18,13

Para cada cenário anteriormente referido é concebido um gráfico semelhante ao da Figura 20. Caracteriza-se por permitir confrontar a previsão de transferência para cada semana com a transferência real ocorrida nesse período. Assim sendo é possível analisar mais facilmente o comportamento da previsão face ao real bem como percebe rapidamente quais os pontos mais críticos das iterações. No Anexo C é possível consultar detalhadamente todos os gráficos.

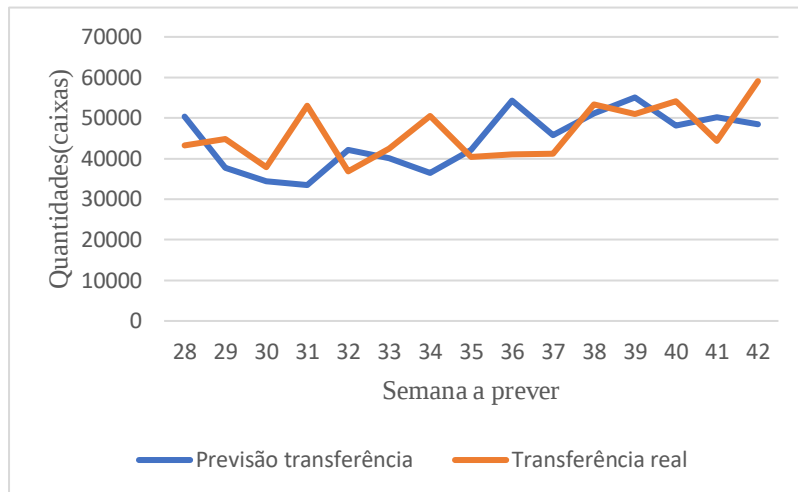


Figura 20-Figura ilustrativa da previsão detalhada do cenário 1

Por análise da Tabela 10 é notável a discrepância de erros entre os diferentes cenários. Salienta-se, por exemplo a diferença entre o cenário três e seis bem como entre o oito e o dez. Perante essa evidência, tal como se verifica na Figura 21, conclui-se que não existe um padrão de erros definido ao longo dos cenário. Assim sendo, conclui-se que para além dos erros dependerem da semana a prever, existem fortes indícios de que o modelo não contempla corretamente todas as variáveis em determinadas semanas, como por exemplo o enchimento de lojas observado na semana 31 da Figura 20 e evidenciado na Figura 22.

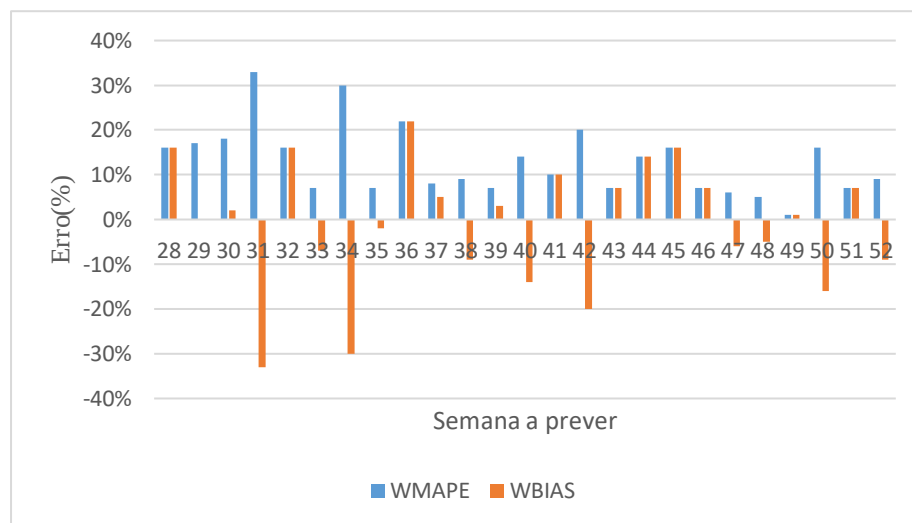


Figura 21-Demonstração da relação entre o valor do erro e a semana a prever

Com a ocorrência desses eventos, tal como se verifica na Figura 22 é notável a grande discrepância entre as previsões do modelo e as transferências reais.

Em suma, são visíveis as dificuldades do modelo em lidar com os enchimentos de loja derivados de épocas fortemente promocionais e acontecimentos esporádicos.

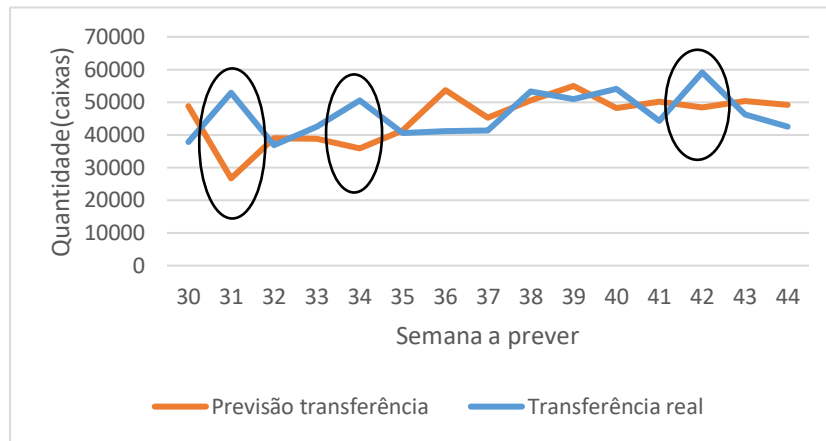


Figura 22-Efeito dos enchimentos de loja

Posteriormente, houve a necessidade de entender se a semana de previsão influenciava significativamente o erro da semana a prever. De forma a concluir acerca desse tema colocou-se em confronto para a mesma semana a prever duas metodologias:

- A primeira com o ponto de partida na semana 32;
- A segunda com a semana 35 como ponto de partida.

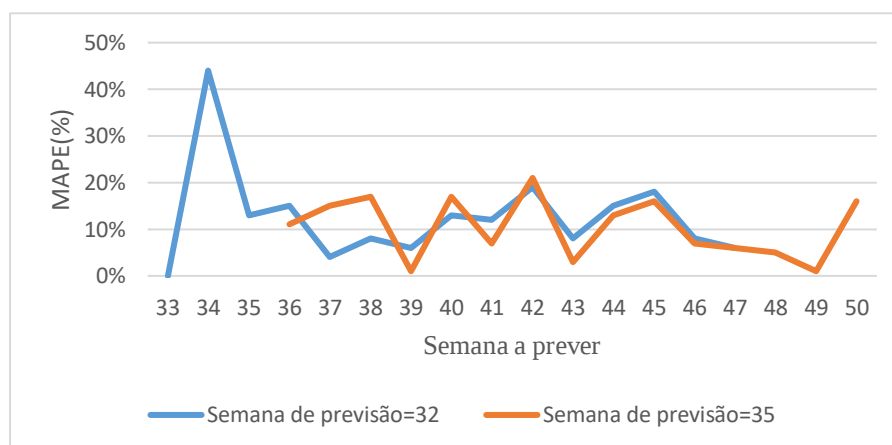


Figura 23-Ilustração da relação entre o erro e a semana de previsão

Apesar de só estarem demonstradas duas semanas de previsão, pela análise da Figura 23 é possível concluir que, à exceção das primeiras semanas (erro do arranque), a semana de previsão não parece influenciar significativamente o erro da semana a prever.

No âmbito da agregação Entrepósito / Categoria foi feita uma nova análise, mas referente à divisão de fluxos. A categoria em questão apresenta artigos em fluxo PBL e PBS pelo que uma divisão a esse nível pode determinar se o fluxo é uma variável que influencia consideravelmente o erro.

Os resultados obtidos nas corridas e demonstrados na Tabela 12, não evidenciam discrepâncias significativas entre os fluxos. Contudo, estes são resultados que apesar de aparentemente não

demonstrarem grande variabilidade no erro do WMAPE, apresentam alguma variabilidade aquando da comparação do WBIAS, pelo que acarreta algum cuidado nas conclusões a retirar. Por esse motivo, esta é uma análise que futuramente carece de uma análise mais elucidativa e aprofundada. Os gráficos que representam detalhadamente a discrepância entre a previsão e a transferência real por fluxo podem ser consultados no Anexo D.

Tabela 12-Resultados da desagregação por fluxo

Fluxo	Semana de previsão	Semana a prever	WMAPE	WBIAS
PBL	28	43	15,56%	2,25%
	34	39	10,52%	1,01%
	37	52	11,47%	-1,82%
PBS	28	43	16,39%	-3,07%
	34	39	10,50%	1,22%
	37	52	12,62%	-4,09%

5.5 Análise global do erro

Pretende-se nos próximos parágrafos retirar conclusões globais do modelo. Assim sendo são abordadas duas análises distintas. Inicialmente uma visão relativa á evolução do erro nos diferentes níveis de agregação e posteriormente uma análise capaz de analisar o comportamento evolutivo do erro de previsão ao longo das semanas a prever.

5.5.1 Erro por nível de agregação

Depois de analisados todos os níveis de agregação, foi possível construir o gráfico representado na Figura 24. Define-se como um gráfico elucidativo de como variam os erros globais de cada tipo de agregação no entreposto da Maia. O nível de agregação referenciado como 1 refere-se à agregação Entrepasto/Categoria, o 2 à agregação Entrepasto/Categoria/Loja e o 3 à agregação Entrepasto/Artigo/Loja.

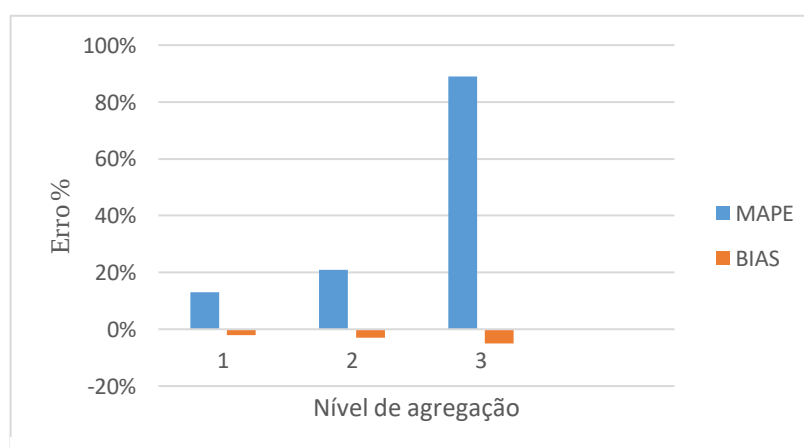


Figura 24-Relação entre o erro obtido e o nível de agregação

Através da análise do gráfico da Figura 24 verifica-se um aumento considerável do erro MAPE e BIAS à medida que se diminui a agregação. Estes resultados demonstram até que ponto os diferentes níveis de agregação podem ser usados de forma eficiente. Complementarmente confirmam a premissa de que os modelos de previsão são genericamente melhores quando testados a níveis mais agregados.

Também é possível concluir que independentemente do tipo de agregação o BIAS médio da previsão se encontra sempre a baixo da transferência real. Este é um resultado que indicia a falta de consideração de algumas variáveis, que potencialmente iriam representar um aumento considerável na revisão de transferências. Refere-se, por exemplo as variáveis encomendas mínimas por loja e arredondamentos à palete.

5.5.2 Evolução do erro de previsão

De forma a perceber como é que evoluiu o erro da previsão, bem como a sua relação com as transferências, o gráfico da Figura 26, pretende colocar em confronto o erro WMAPE e WBIAS. Assim, é possível concluir que o início do modelo começa com uma previsão visivelmente a cima do real. Contudo ao longo do tempo é visível uma compensação até atingir um ponto estável (iteração 6), passando novamente a estar a cima do real. Através da Figura 26 é possível perceber que é a fase inicial do modelo que mais contribuiu para o erro final do modelo.

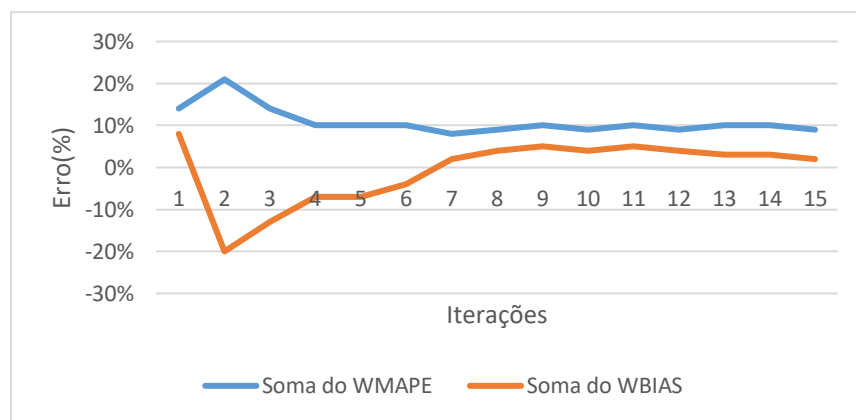


Figura 25-Ilustração da evolução do erro durante a previsão

O facto da fase da arranque ser tao significativa em termos de erro, poderá ser justificável pelo facto de na primeira iteração se usarem *stocks* reais da semana anterior. O que faz com que na verdade esteja a existir um desfaseamento temporal de uma semana e um dia.

6 Desafios futuros

Da análise e discussão dos resultados apresentados no capítulo anterior surgiu a possibilidade de perceber os aspetos fortes e fracos do modelo. De entre todas as análises conclui-se que o modelo apresenta algumas dificuldades em tratar acontecimentos esporádicos e promocionais, que apresenta um erro de arranque genericamente elevado, e que apresenta a sua melhor performance ao nível mais agregado. Por outro lado assume-se como um modelo bastante flexível, com um tempo de corrida reduzido e como um enorme potencial de utilização.

Assim sendo, da análise minuciosa de todos os resultados, surge daí a possibilidade de definir estratégias para refinar o modelo. Sob essas condições, pretende-se no presente capítulo refletir sobre essas aspetos e aborda-los numa perspetiva de melhoramento futuro.

As propostas de melhoramento identificadas são:

1. Melhorar a construção do modelo;
2. Testar o modelo com vendas reais e previsões do RDF;
3. *Roll out* para outras categorias.

1. Melhorar a construção do modelo

No âmbito do melhoramento relativo a construção do modelo evidenciam-se as seguintes propostas de melhoramento:

- a) Testar um novo arranque no modelo de previsão;
- b) Testar o modelo com uma agregação diferente;
- c) Tratar *lifts* promocional e de enchimento;
- d) Melhorar a modelação da previsão de vendas;
- e) Analisar a componente da quebra;
- f) Analisar a possível introdução no modelo das transferências reais históricas;
- g) Diarização e conversão para caixas de *picking*;

a) Testar um novo arranque no modelo de previsão

Ao longo das análises executadas no Capítulo 5, evidenciou-se um mau arranque por parte do método de previsão. Esse mau arranque encontra-se evidenciado na Figura 26.

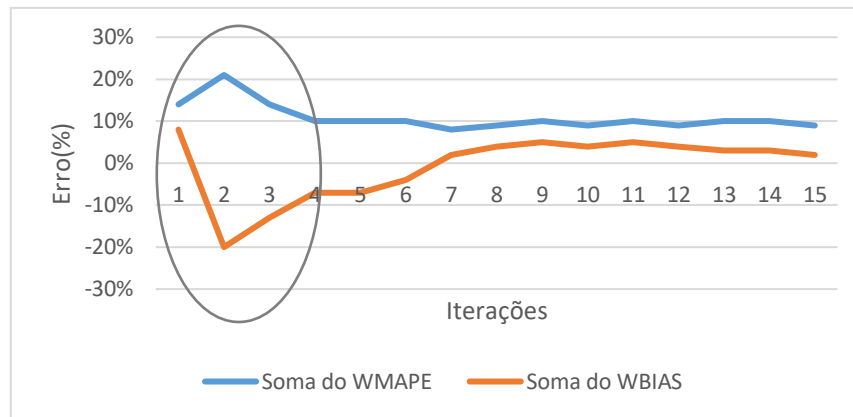


Figura 26-Figura que evidencia o elevado erro de arranque do método de previsão

Assim sendo, melhorar a forma como o método avança para a primeira iteração, poderá representar uma melhoria significativa no erro a curto prazo. Sob essas condições a proposta de melhoramento debruça-se sobre a alteração da parcela de *stocks* da semana anterior que se incluiu na equação da transferência para a primeira equação. Atualmente, o modelo atual está desenvolvido para incluir o *stock* real da semana de previsão. Essa forma de atuação faz com que teoricamente tenhamos um desfasamento temporal de uma semana e um dia na parcela do *stock*.

Esse desfasamento poderá tornar os dados obsoletos e pouco fiáveis no momento da sua utilização. Por esse motivo a proposta de melhoramento relaciona-se com a substituição dessa parcela pela variável referente ao *Minimum Display Quantity* (MDQ). Com essa substituição apenas se garante que existe um *stock* capaz de cobrir a premissa obrigatória da companhia, o MDQ.

b) Testar o modelo com uma agregação diferente

Atualmente o modelo está a ser validado com uma agregação ao Entrepasto/Categoria. Contudo, essa agregação depende da previsão efetuada ao detalhe Entrepasto/Artigo/Loja. Assim sendo, e conhecendo a fraca previsão desse nível de agregação, coloca-se em questão se é mesmo necessário prever com tanto detalhe antes de agregar ao Entrepasto/Categoria e se não será suficiente, por exemplo, começar com uma previsão mais agregada como Entrepasto/Fluxo/Categoria, sem especificar o detalhe ao artigo.

Paralelamente ao referido anteriormente surge a questão referente a metodologia mais assertiva, isto é atualmente a previsão é feita com uma estratégia *bottom-up*, mas futuramente também será interessante testar a metodologia contrária, *top-down* e analisar os resultados obtidos. De salientar que o modelo está deenvolvido para ser flexível quanto a metodologia de agregação escolhida (*Bottom-up* ou *top-down*).

c) Tratar *lifts* promocionais

Através das análises efetuadas é evidente que a existência de enchimentos promocionais distorce a previsão de expedição. Teoricamente o modelo atual trata essas semanas como uma semana sem enchimento.

Dessa forma, uma solução para combater essa falta de assertividade nessas semanas passaria

pela introdução no modelo de um *lift* promocional que seria o resultado da divisão entre o real e a previsão efetuada. Essa solução apresenta-se evidenciada na Figura 28.

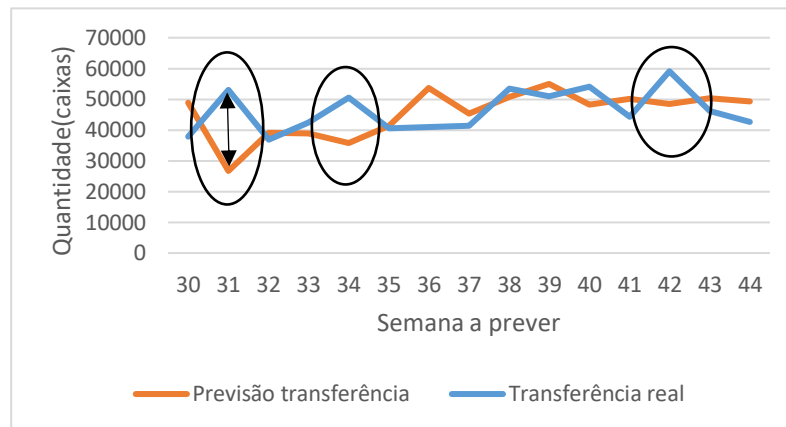


Figura 27-Efeitos provocados pelos enchimentos promocionais

Ao implementar o *lift* promocional será de esperar um alisamento relativo ao *baseline* da previsão, com uma maior aproximação entre a previsão e o real e consequentemente a diminuição do erro de previsão

d) Melhorar a modelação da previsão de vendas

No âmbito da modelação da previsão de vendas deve perceber-se qual a melhor forma para prever o peso das várias semanas na expedição da semana S. Propõe-se assim testar um novo modelo de regressão tendo por base os seguintes pensamentos:

1. Que detalhe deverá ser proposto;
2. Qual será a melhor base de histórico a utilizar;
3. Com que frequência deverá ser atualizado o modelo.

e) Analisar a componente da quebra

No atual modelo a quebra apresenta-se como uma componente, que apesar de testada durante o período de treino, consiste no cálculo da sua média. Refere-se também que apesar de na presente categoria apresentar um valor residual (0,5% das vendas), quando aplicado o modelo a outras categorias poderá influenciar o erro de previsão.

Dada a existência de vários tipos de quebra (conhecida e desconhecida), talvez fosse importante tratar essa especificidade de forma independente no modelo, ao invés de assumir a quebra como um todo e inclui-la como uma média que engloba todos os tipos de quebra.

Em suma, partir para um modelo que modele com rigor a variável quebra em todas as suas especificidades.

f) Analisar a possível introdução no modelo das transferências reais históricas

Com a convicção de que o conhecimento do passado pode ajudar a prevenir o futuro, assume-se como desafio futuro a introdução das transferências passadas no modelo atual.

Assim sendo, para além das equações definidas para o modelo sugere-se a introdução de um peso referente às transferências passadas no modelo atual.

Em suma, sugere-se testar um modelo misto, tanto com base nas previsões de vendas como nas transferências históricas.

g) Diarização e conversão para caixas de *picking*

Atualmente o modelo retorna vendas globais de expedição à semana, contudo para efeitos de entreposto é uma mais valia obter essa informação diarizada. Por outro lado, ao implementar o processo de diarização torna-se possível converter a previsão de expedição de quantidades em previsões efetivas de *picking*.

Os dois desafios anteriormente definidos apresentam grandes melhorias ao nível do planeamento de entreposto.

2. Testar o modelo com vendas reais e previsões do RDF

Futuramente também será pertinente testar o atual modelo em que a componente da previsão de vendas seja fornecida de duas formas distintas. A primeira dada pelas vendas reais e a segunda em que o *input* dessa variável seja as previsões do RDF.

3. *Roll out* para outras categorias

O desafio de testar o modelo em categorias distintas assume-se como um exercício que permitirá perceber as especificidades que não estão a ser consideradas atualmente.

Referências

Bruce Bowerman, Richard O'Connell. 1979. "Time series and forecasting".

Caiado, Jorge. 2002. Métodos de previsão em Economia e Gestão:Desenvolvimentos recentes. Inforbanca.

Carvalho. 2012. Logística e Gestão da Cadeia de Abastecimento.

Chambers John e MullickSatinder K. 1975. "Forecasting for planning". *lanningReview*no. m
<https://www.emeraldinsight.com/doi/abs/10.1108/eb053707>.

CSCMP. n.d. "CSCMP Supply Chain Management Definitions and Glossary"

Gonçalves, José Fernando. 2010. *Gestão de Aprovisionamento-Stocks,Previsão,Compras*. Publindústria.

M., Helms Marilyn, Ettkin Lawrence P. e Chapman Sharon. 2000. "Supplychainforecasting – Collaborative forecasting supports supplychain management". *Business Process Management Journal* no. 6 (5):392-407.
<https://www.emeraldinsight.com/doi/abs/10.1108/14637150010352408>.

Marilyn M. Helms , Lawrence P. Ettkin , Sharon Chapman. 2000. ""Supply chain forecas"
– Collaborative forecasting supports supply chain management"". *Business Process Management Journal*.

Martin Steinrücke, Michael Jahr. 2012. ""Tactical planning in supply chain networks with customer oriented single sourcing"". *The International Journal of Logistics Management* no. 23.

Pinto, Ilídia. 2018. "Continente vai abrir 70 lojas Bom Dia e contratar três mil em dois anos"
<https://www.dinheirovivo.pt/empresas/continente-investe-200-milhoes-em-70-lojas-bom-dia-ate-2020/>.

Porter, Michael E. 2001. "The value chain and competitiveadvantage". *Understandingbusiness: Processes*:50-66.

Qingzheng XU, Na WANG, Heping SHI 2012. "A ReviewofCroston'sMethod for Intermittent demand forecasting"

Rob J.Hyndman, AnneB.Koehler. 2008. "Forecasting with Exponential Smoothing".

Sascha Kraus, Rainer Harms, Erich J. Schwarz. 2006. ""Strategic planning in smaller enterprises – new empirical findings"". *Management Research News* no. 29.

- Šečkute, Laima e Arnoldina Pabedinskaite. 2003. *Application of forecasting methods in business. Journal of Business Economics and Management* no. 4 (2):144-157. <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/16111699.2003.9636048>.
- Simchi-levi, David. 2003. Cadeia de suprimentos: projetos e gestão.
- Sonae. 2018a. "História". <https://www.sonae.pt/pt/sonae/historia/>. Sonae. 2018b. "Marcas".
- Sonae. 2018c. "O grupo e os negócios". <https://www.sonae.pt/pt/sonae/o-grupo-e-os-negocios/>.
- Sonaecircle. 2018. "A nossa empresa". <https://sonaecircle-corp.pt/sonae/Paginas/ANossaEmpresa.aspx>.
- Swanson, Stanley K. SmithJeff TaymanDavid A. 2002. "Forecast Accuracy and Bias". *State and Local Population Projections: Methodology and Analysis*. Dordrecht: Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/0-306-47372-0_13.
- T., Mentzer John, DeWitt William, Keebler James S., Min Soonhong, Nix Nancy W., Smith Carlo D. e Zacharia Zach G. 2001. "DEFINING SUPPLY CHAIN MANAGEMENT". *Journal of Business Logistics* no. 22 (2). <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/j.2158-1592.2001.tb00001.x>.

ANEXO A: Fluxograma do RDF

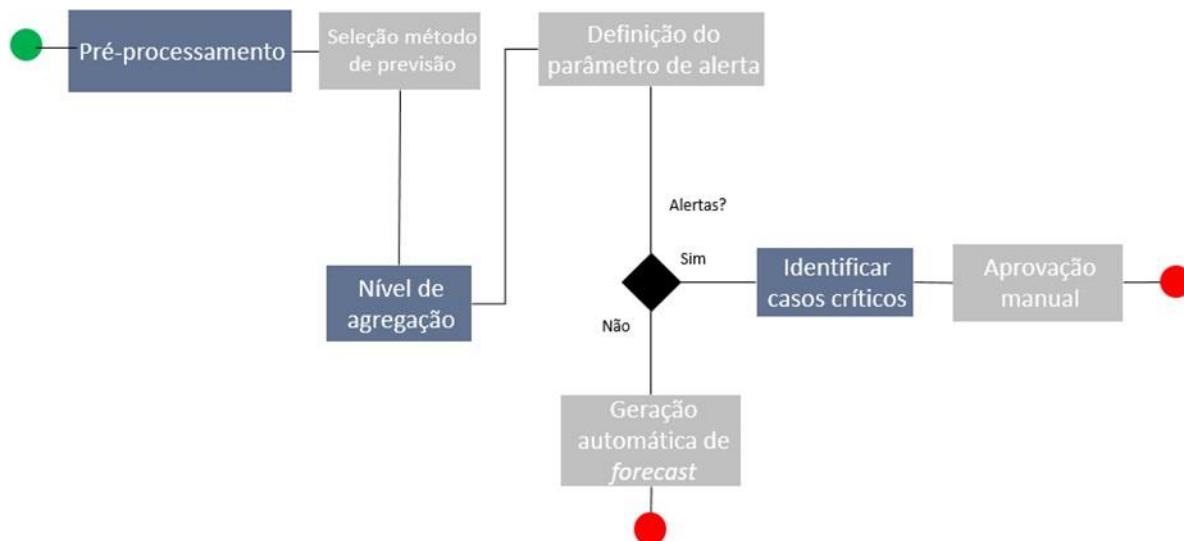


Figura A 1- Fluxograma do RDF

Anexo B: *Template* referente à conversão das semanas em dias

Dia de início	Dia de término	Semana
01/03/2017	05/03/2017	10
06/03/2017	12/03/2017	11
13/03/2017	19/03/2017	12
20/03/2017	26/03/2017	13
27/03/2017	02/04/2017	14
03/04/2017	09/04/2017	15
10/04/2017	15/04/2017	16
17/04/2017	23/04/2017	17
24/04/2017	30/04/2017	18
01/05/2017	07/05/2017	19
08/05/2017	14/05/2017	20
15/05/2017	21/05/2017	21
22/05/2017	28/05/2017	22
29/05/2017	04/06/2017	23
05/06/2017	11/06/2017	24
13/06/2017	18/06/2017	25
19/06/2017	25/06/2017	26
26/06/2017	02/07/2017	27
03/07/2017	09/07/2017	28
10/07/2017	16/07/2017	29
17/07/2017	23/07/2017	30
24/07/2017	30/07/2017	31

Tabela B 1- Representação da conversão entre as semanas 10 e 31

Dia de início	Dia de término	Semana
31/07/2017	06/08/2017	32
07/08/2017	13/08/2017	33
14/08/2017	20/08/2017	34
21/08/2017	27/08/2017	35
28/08/2017	03/09/2017	36
04/09/2017	10/09/2017	37
11/09/2017	17/09/2017	38
18/09/2017	24/09/2017	39
25/09/2017	01/10/2017	40
02/10/2017	08/10/2017	41
09/10/2017	15/10/2017	42
16/10/2017	22/10/2017	43
23/10/2017	29/10/2017	44
30/10/2017	05/11/2017	45
06/11/2017	12/11/2017	46
13/11/2017	19/11/2017	47
20/11/2017	26/11/2017	48
27/11/2017	03/12/2017	49
04/12/2017	10/12/2017	50
11/12/2017	17/12/2017	51
18/12/2017	24/12/2017	52
25/12/2017	31/12/2017	53

Tabela B 2- Representação da conversão entre as semanas 32 e 53

ANEXO C: Gráficos relativos ao entreposto da Maia para o período de validação

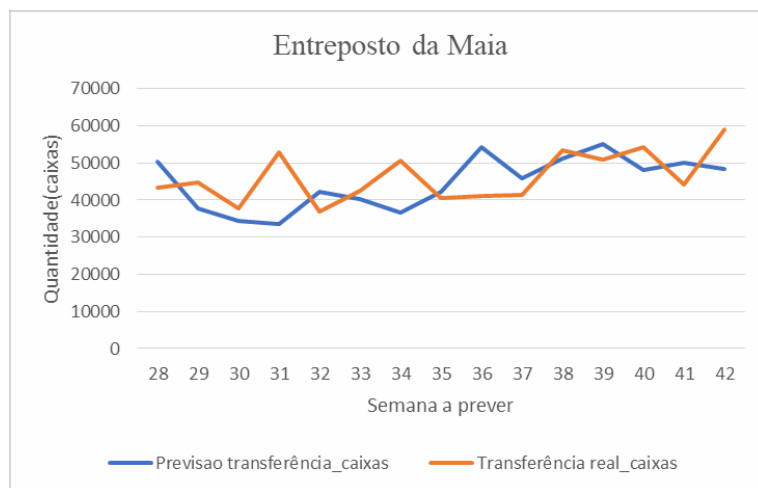


Figura C 1-Previsão VS transferência real par o período compreendido entre a semana 28 e 42

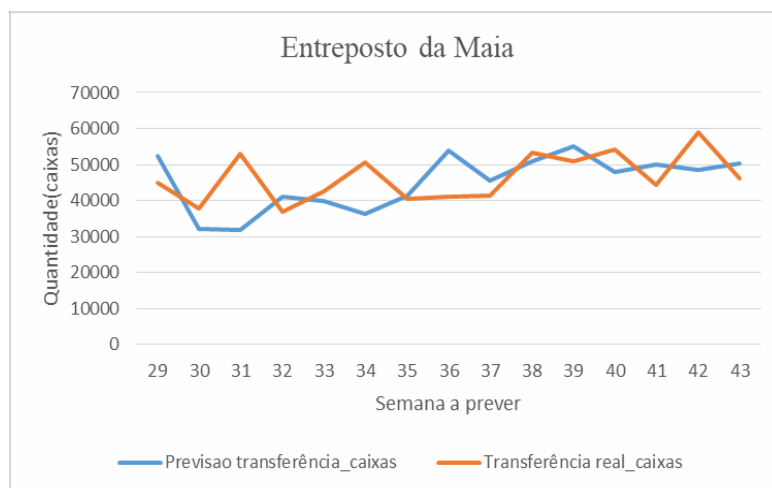


Figura C 2-Previsão VS transferência real par o período compreendido entre a semana 29 e 43

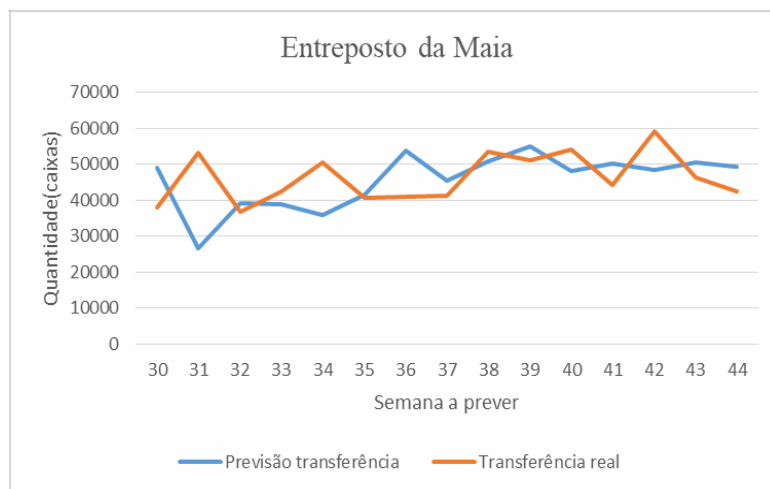


Figura C 3-Previsão versus transferência real par o período compreendido entre a semana 30 e 44

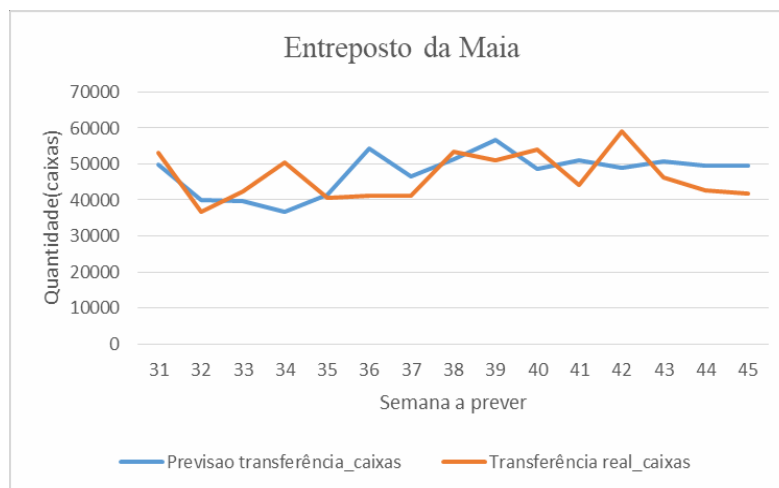


Figura C 4-Previsão versus transferência real par o período compreendido entre a semana 31 e 45

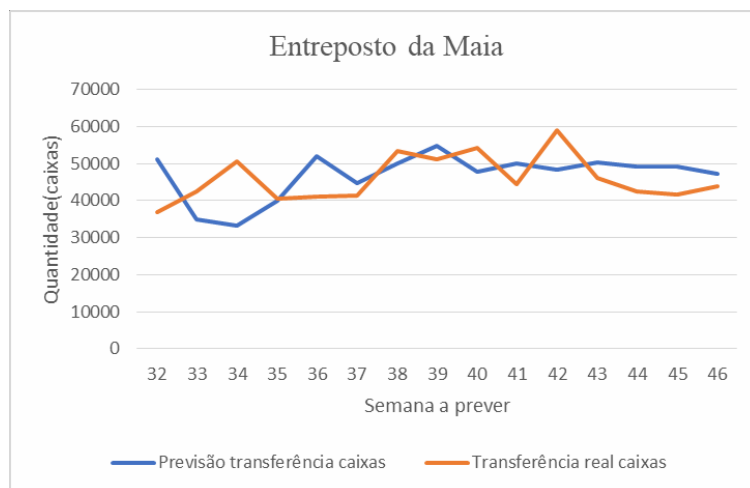


Figura C 5-Previsão *versus* transferência real par o período compreendido entre a semana 32 e 46

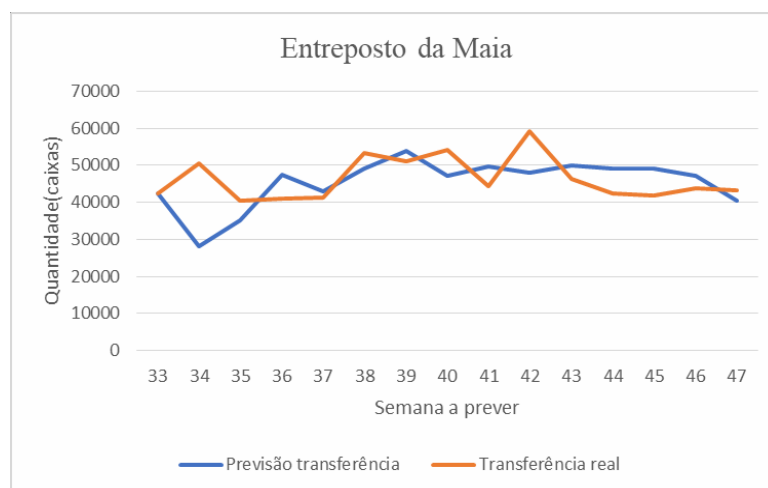


Figura C 6-Previsão *versus* transferência real par o período compreendido entre a semana 33 e 47

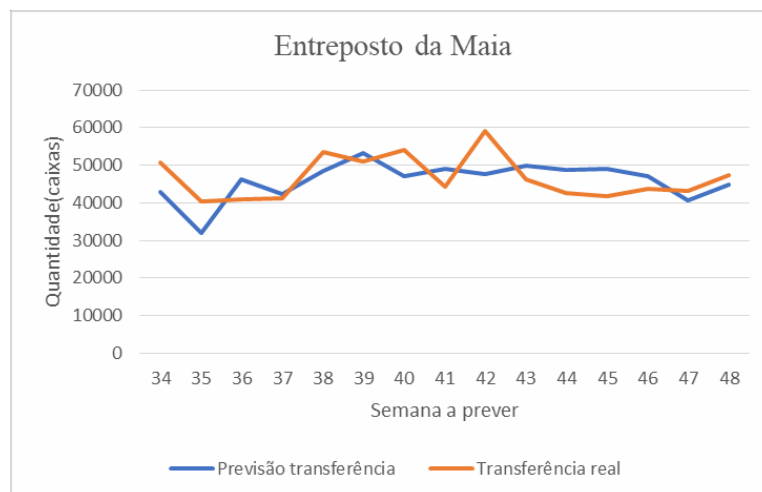


Figura C 7-Previsão *versus* transferência real par o período compreendido entre a semana 34 e 48

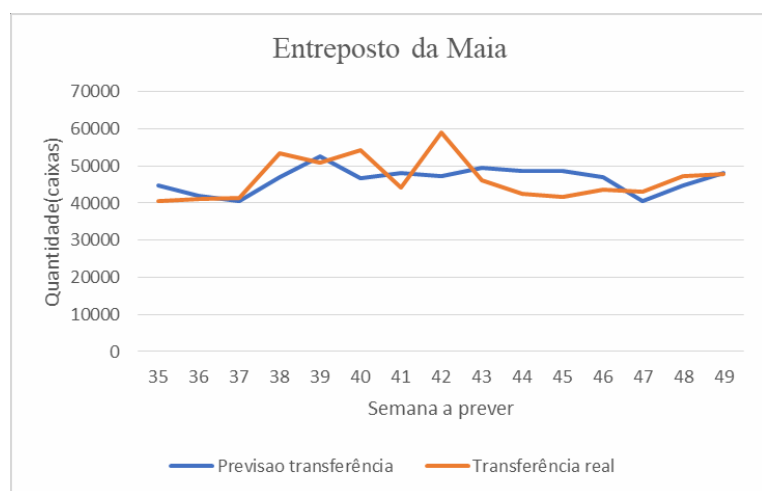


Figura C 8-Previsão *versus* transferência real par o período compreendido entre a semana 35 e 49

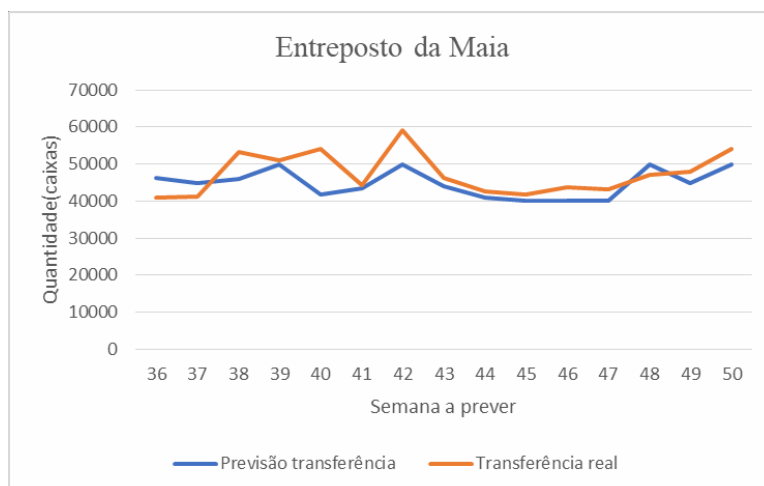


Figura C 9-Previsão *versus* transferência real par o período compreendido entre a semana 36 e 50

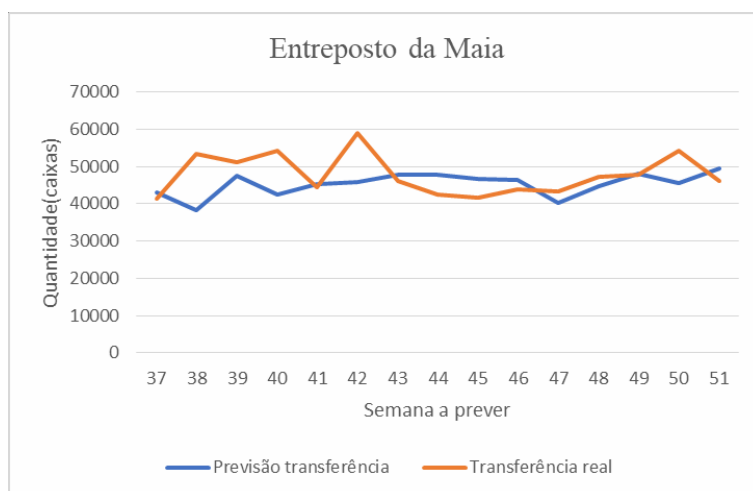


Figura C 10-Previsão *versus* transferência real par o período compreendido entre a semana 37 e 51

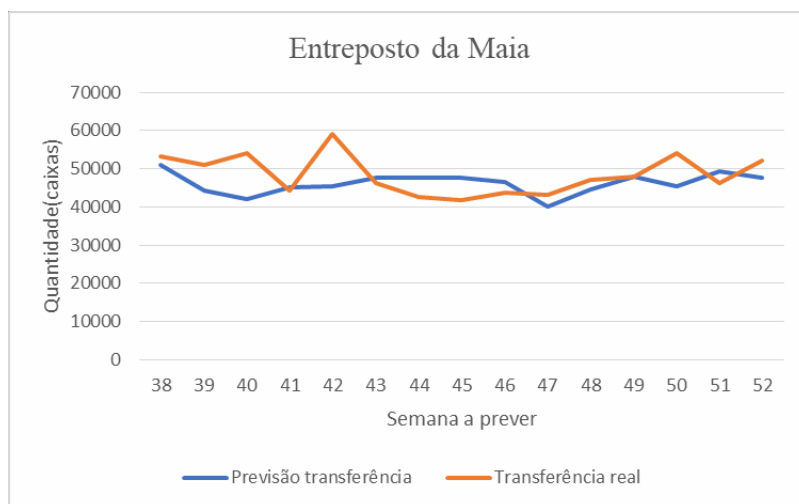


Figura C 11-Previsão *versus* transferência real par o período compreendido entre a semana 38 e 52

Anexo D: Gráficos resultants da desagregação ao fluxo

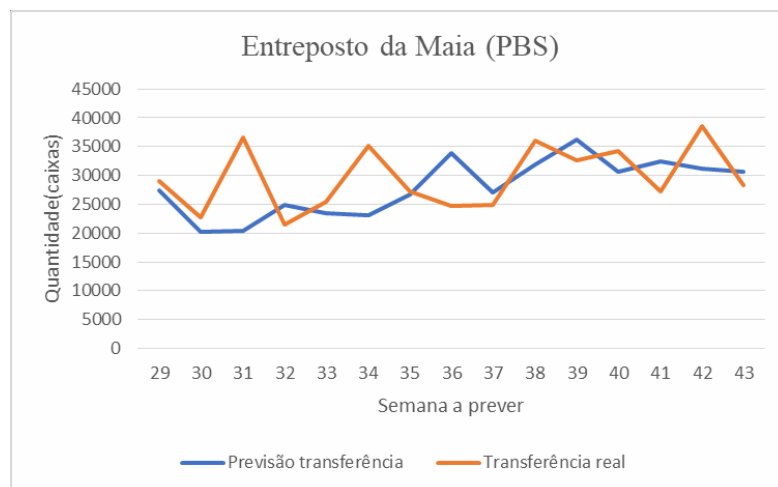


Figura D 1-Previsão *versus* transferências desagregado ao fluxo PBS no período compreendido entre a semana 29 e 43

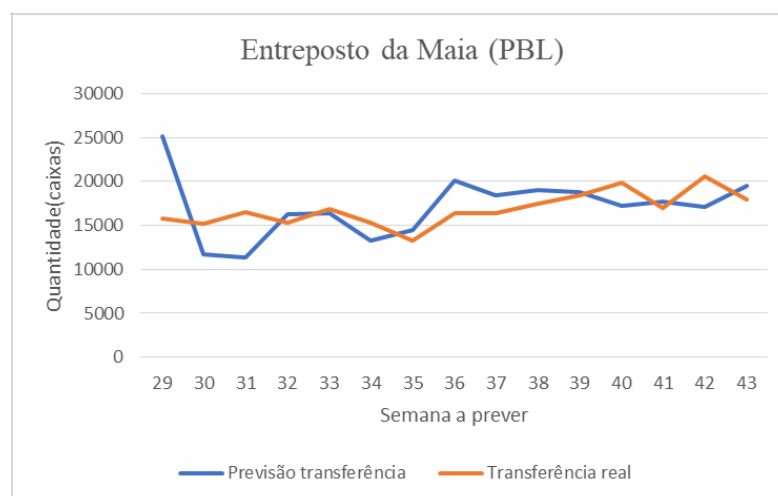


Figura D 2-Previsão *versus* transferências desagregado ao fluxo PBL no período compreendido entre a semana 29 e 43

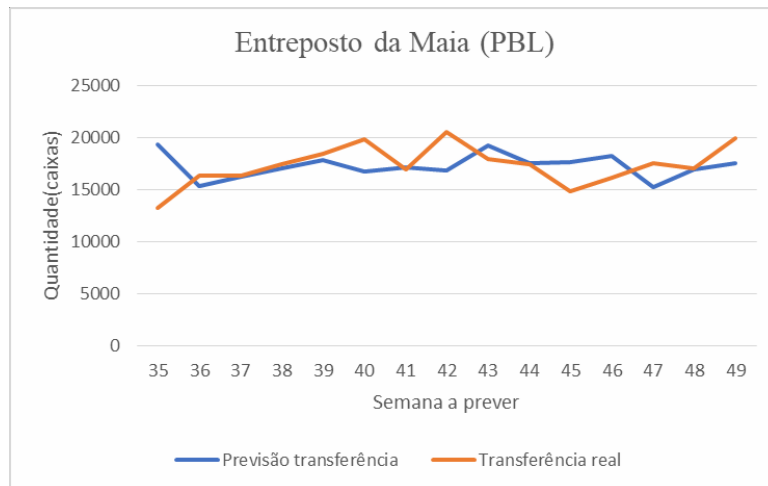


Figura D 3- Previsão *versus* transferências desagregado ao fluxo PBL no período compreendido entre a semana 35 e 49

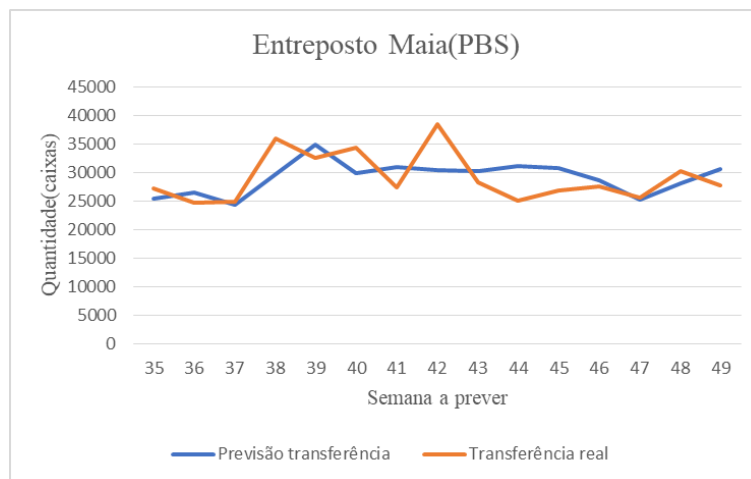


Figura D 4- Previsão *versus* transferências desagregado ao fluxo PBL no período compreendido entre a semana 35 e 49