

5 Estudo de caso: índice de cobrabilidade

Neste capítulo, as metodologias abordadas nos capítulos 3 e 4 serão adaptadas e aplicadas ao contexto descrito no capítulo 1 (mensurar as variáveis que compõem o índice de cobrabilidade de uma empresa distribuidora de energia elétrica brasileira).

Conforme mencionado no capítulo 2, a distribuidora de energia elétrica é um segmento do sistema de valor do setor elétrico. Tal segmento é composto por um conjunto de atividades, veja Figura 30.



Figura 30 – Cadeia de valor do segmento de distribuição de energia elétrica
Fonte: Silva e Zilber (2008)

As variáveis que compõem o índice de cobrabilidade estão diretamente relacionadas com as atividades de medição do consumo de energia vendida, faturamento e arrecadação. Sendo, a determinação destas variáveis primordial para a tomada de decisões da empresa.

O caráter contextual e metodológico desta pesquisa a caracteriza como um estudo de caso.

Um estudo de caso é uma pesquisa que envolve a investigação de um fenômeno em profundidade considerando seu contexto real. Segundo Yin (2010, p. 40), o estudo de caso “compreende um método abrangente (cobrindo a lógica do projeto, as técnicas de coleta de dados e as abordagens específicas à análise de dados)” que pode ser qualitativo, quantitativo ou, ainda, uma mistura de evidência quantitativa e qualitativa.

A pesquisa fundamentada no método de estudos de caso deve ter como componentes fundamentais (Yin, 2010): (i) questões do estudo; (ii) proposições; (iii) unidade(s) de análise; (iv) lógica que une os dados às proposições; e (v) critérios para interpretar os resultados.

Este estudo de caso se subdivide em cinco blocos, são eles: questão do caso e proposições; tipo de caso e unidades de análise; coleta e organização de dados; análise preliminar dos dados e modelagem. Nas seções seguintes, cada etapa deste estudo é descrita detalhadamente.

5.1. Questão do caso e proposições

As questões do caso e as proposições são definidas conforme objetivos desta pesquisa descritos na seção 1.4.

A questão principal do caso é fornecer a previsão de faturamento e de arrecadação mensal de uma empresa distribuidora de energia elétrica visando estabelecer, a priori, o índice de cobrabilidade mensal desta.

A questão secundária do caso é monitorar a arrecadação diária de uma empresa distribuidora de energia elétrica visando verificar, ao longo do mês, qual a perspectiva de atingir a meta estabelecida.

Assim, considerando o escopo desta pesquisa, têm-se as seguintes proposições:

- Descrever a cadeia de valor de uma distribuidora de energia elétrica como segmento da cadeia de valor do setor elétrico;
- Analisar a influência do índice de cobrabilidade no valor agregado final da cadeia de valor da distribuidora de energia elétrica;
- Levantar e analisar comparativamente ferramentas estatísticas de apoio à decisão que são utilizadas no ambiente de negócios;
- Identificar na base de dados da empresa distribuidora de energia elétrica os clientes e as variáveis de interesse para o estudo;
- Identificar os períodos de faturamento e arrecadação dos clientes da empresa distribuidora de energia elétrica;
- Analisar a capacidade de pagamento dos clientes da distribuidora de energia elétrica por estatísticas descritivas;
- Fazer a projeção de arrecadação e de faturamento da distribuidora de energia elétrica por modelo de previsão;

- Monitorar a arrecadação diária da distribuidora de energia elétrica por gráficos de controle aplicados a negócios.

5.2. Tipo de caso e unidade(s) de análise

Yin (2010) classifica os projetos de estudo de caso real como: único ou múltiplo, baseado na unidade de análise holística ou integrada, veja Figura 31.

O tipo de caso selecionado foi o caso único com unidade de análise holística, considerando-se: (i) o contexto organizacional único – o setor elétrico brasileiro; (ii) a unidade principal – empresas distribuidoras de energia elétrica; e (iii) base de dados fornecida por uma empresa distribuidora de energia elétrica brasileira – denominada nesta pesquisa por *Energy Service*.

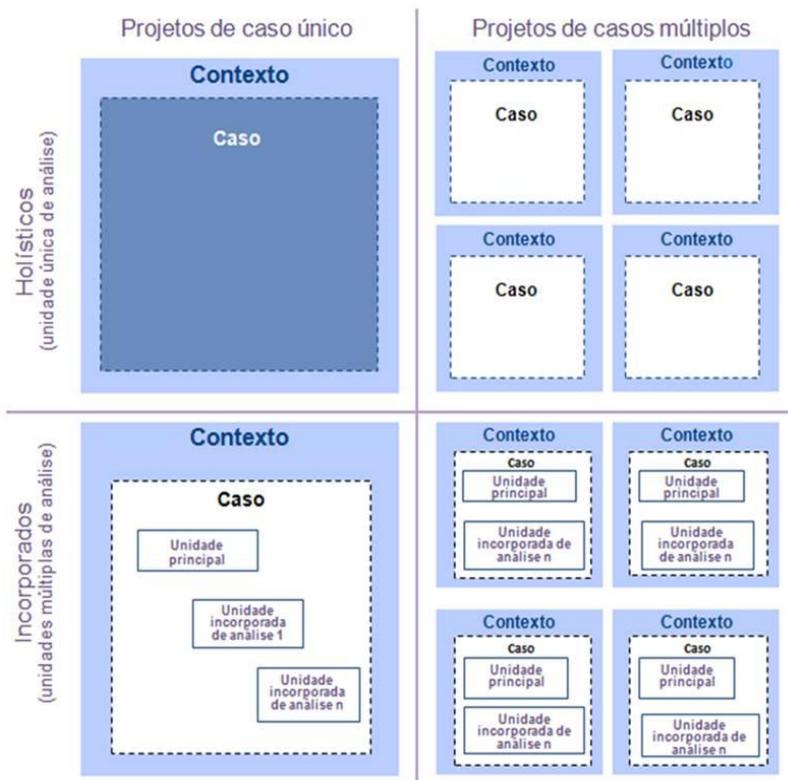


Figura 31 – Tipos básicos de projetos para estudos de caso
Fonte: Adaptado de Yin (2010)

5.3. Coleta e organização dos dados: base de dados

A base de dados utilizada foi extraída, diretamente, do sistema de gerenciamento integrado, da empresa distribuidora de energia elétrica *Energy*

Service, armazenado no formato de arquivo *.mdb* (arquivo do software *Microsoft Access*) e, cedida pela diretoria comercial para a elaboração desta pesquisa.

Obtido os dados, verificaram-se quais são as variáveis que foram disponibilizadas para a realização do estudo. O Quadro 8 apresenta a listagem de variáveis disponibilizadas por cliente.

Quadro 8 – Lista de variáveis por cliente

Variáveis		
Identificação do cliente	Histórico de faturamento	Histórico de arrecadação
Nome	Demanda contratada	Código da tarifa
Número	Demanda lida	Valor da fatura
Atividade econômica	Demanda ultrapassada	Ano Mês referência de faturamento
Classe	Consumo	Ano Mês vencimento
Município	Valor ICMS	Ano Mês pagamento
Setor	Valor da fatura	Ano Mês Dia arrecadado
Tensão	Ano Mês faturamento	
Estrutura tarifária	Ano Mês vencimento	

Fonte: Elaboração própria

Além disso, é relevante ressaltar, o período de histórico disponível. A base é composta por dados de faturamento de janeiro/2005 a abril/2011. E, dados de arrecadação de janeiro/2009 a abril/2011. Esses dados estão dispostos para cada cliente.

A fim de ordenar e realizar a análise dos dados, os dados da base foram exportados para o software *Microsoft Excel*.

5.4. Análise preliminar dos dados

A pesquisa foi realizada considerando apenas os clientes cativos da empresa *Energy Service* que pertencem ao grupo “A” com o mínimo de 35 meses de histórico de dados. Nestas condições, o quadro atual da empresa é composto por 4.265 (quatro mil, duzentos e sessenta e cinco) clientes. Haja vista esse universo, uma análise criteriosa para extrair uma amostra se torna necessária.

Adotou-se o critério de Pareto. Tal critério é uma das sete ferramentas do controle estatístico de processos. Segundo Montgomery (2004, p. 110), "o nome Pareto provém do economista Vilfredo Pareto, que expôs a teoria de que, a maioria da riqueza [cerca de 80%] se concentra nas mãos de um segmento desproporcionalmente pequeno da população [cerca de 20%]". Conforme Lima

(2007), o gráfico de Pareto é construído considerando a distribuição de frequência, em ordem decrescente, de determinado atributo organizado por categoria em conjunto com o percentual acumulado de riqueza (curva ABC).

Inicialmente, para construção do gráfico de Pareto, criou-se um relatório de tabela dinâmica para resumir e analisar o total faturado por cliente no ano de 2010. Então, verificou-se que o total faturado pela empresa no ano 2010 foi R\$ 753.847.778,08 (setecentos e cinquenta e três milhões, oitocentos e quarenta e sete mil, setecentos e setenta e oito reais e oito centavos).

Em seguida, os clientes foram classificados por ordem decrescente de valor total faturado em 2010. Por fim, construiu-se o gráfico de Pareto com a curva ABC, veja Figura 32.

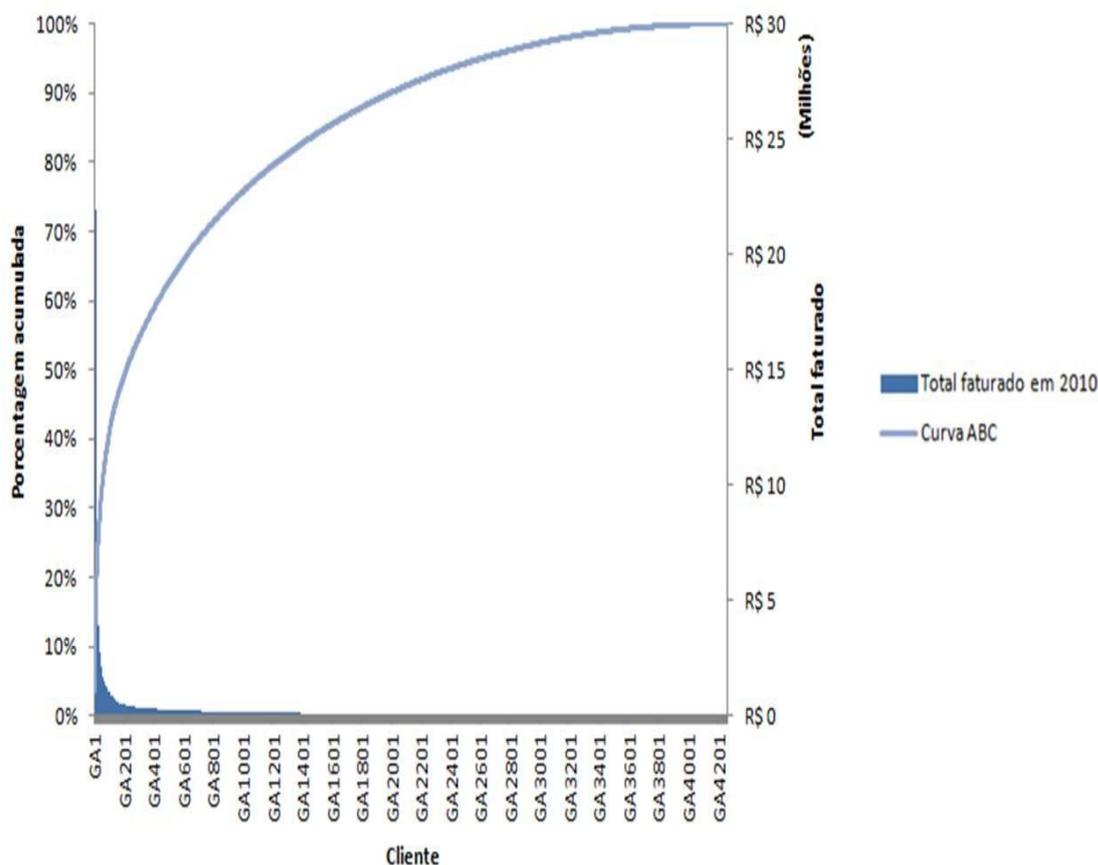


Figura 32 – Gráfico de Pareto do valor faturado por clientes em 2010
Fonte: Elaboração própria

Por esta análise preliminar, tem-se que: 20% (vinte por cento) do universo selecionado correspondem aos 853 maiores clientes. Estes representam, aproximadamente, 73% (setenta e três por cento) da riqueza acumulada pela

empresa em 2010. No entanto, verificou-se que, os 250 maiores clientes são os que geraram, aproximadamente, 52% (cinquenta e dois por cento) da riqueza acumulada pela empresa em 2010, sendo assim, para fins de realização desta pesquisa, considerou-se a amostra com os 250 maiores clientes da empresa *Energy Service*. A Figura 33 mostra o demonstrativo de faturamento deles no ano 2010.

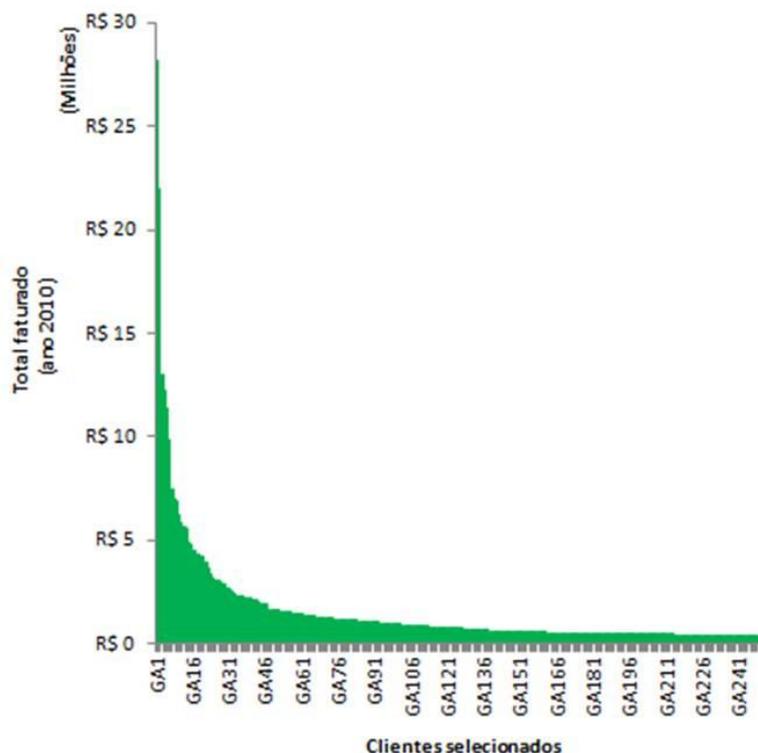


Figura 33 – Demonstrativo de faturamento dos 250 maiores clientes em 2010
Fonte: Elaboração própria

No Anexo B, encontram-se características detalhadas desses clientes.

5.5. Modelagem

A modelagem consiste em uma técnica que permite delinear determinada situação de um contexto real por meio de um modelo matemático.

O contexto e a caracterização do problema desta pesquisa foram descritos no capítulo 1 seções 1.1 e 1.2, respectivamente.

A seguir, apresentam-se, detalhadamente, as etapas da modelagem proposta nesta pesquisa.

5.5.1.

Definição do horizonte de análise e da(s) variável(eis) para projeção do índice de cobrabilidade

Tendo em vista a quantidade de mês disponível de histórico – faturamento (76 meses) e arrecadação (28 meses) – e, o objetivo em verificar a validade do modelo proposto, optou-se em monitorar a arrecadação mensal e projetar o índice de cobrabilidade para março/2011 e abril/2011.

Em relação à seleção de variável, considerou-se: as variáveis disponibilizadas pela empresa descritas no Quadro 8; as variáveis que compõe o índice de cobrabilidade (ver seção 1.2) e as variáveis necessárias para a obtenção do valor faturado por cliente cativo (ver seções 2.7.1 e 2.7.2). Desta forma, optou-se por analisar a série temporal *valor faturado*.

5.5.2.

Identificação dos clientes selecionados

Conforme mencionado na seção 1.2, há dois tipos de conjuntos de clientes:

- **Tipo 1:** aqueles que pertencem aos setores com leitura realizada na segunda quinzena do mês anterior e vencimento no período corrente: L_j ; onde: $j = k - 1$; $k \in [1, \dots, 12]$ e $j \in [0, \dots, 11]$; k representa o mês corrente; j representa o mês anterior, sendo $j = 0$ último mês do ano anterior ao estudado;
- **Tipo 2:** aqueles que pertencem aos setores com leitura e o vencimento dentro do mês corrente: L_k .

Para identificá-los, deve-se verificar o período de faturamento e data de vencimento da fatura de cada cliente. Tal período é pré-definido pela empresa (ver seção 1.2 e Anexo C), enquanto, a data de vencimento, é pré-definida, dentre um conjunto de datas disponibilizadas pela empresa para o cliente.

Nesta pesquisa, a data de vencimento foi verificada através do histórico mensal de faturamento.

Notou-se uma variação no número de clientes Tipo 2. Acredita-se que essa variação está relacionada à possibilidade do cliente em solicitar alteração na data de vencimento da fatura de energia à empresa distribuidora (ANEEL, 2010, §2 do art. 124).

5.5.3. Previsão de faturamento mensal

Considerando a seção 5.5.1, esta etapa consiste em: (i) representar e analisar a série temporal de *valor faturado* dos clientes Tipo 2; (ii) verificar qual o modelo de previsão – descrito nas seções: 3.3.1.1, 3.3.1.2, 3.3.1.3 – que melhor representa e se ajusta a série de dados dos clientes Tipo 2; (iii) realizar a previsão de faturamento dos clientes Tipo 2; (iv) verificar qual o valor faturado dos clientes Tipo 1; (v) prever o faturamento mensal, considerando o valor faturado dos cliente Tipo 1 e a previsão de faturamento dos clientes Tipo 2.

Devido à quantidade de clientes Tipo 2 (em média, 120 clientes), selecionou-se um cliente representativo de cada classe (industrial, comercial/serviços/outras atividades, residencial, rural, serviços públicos) para análise e representação gráfica da série temporal *valor faturado* dos clientes Tipo 2, veja Figura 34.

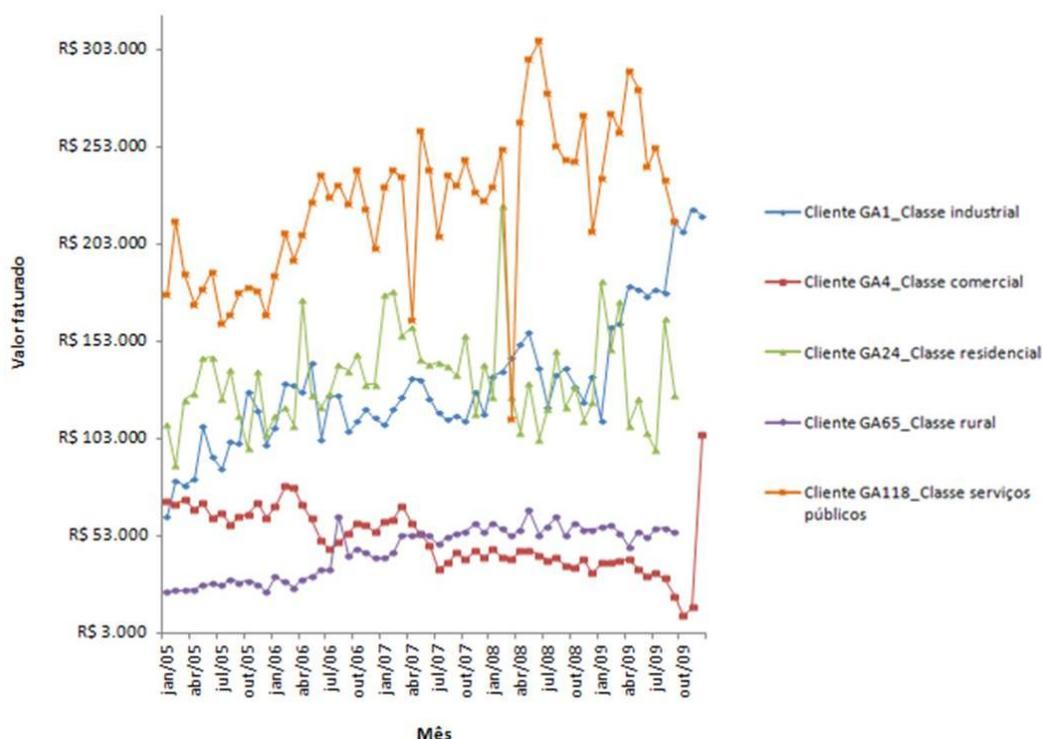


Figura 34 – Série temporal *valor faturado*
Fonte: Elaboração própria

O comportamento das séries temporais *valor faturado* dos clientes Tipo 2 foi analisado ao longo do tempo. Após a inspeção visual das séries temporais, os modelos e métodos de previsão descritos nas seções 3.3.1.2 e 3.3.1.3 foram

utilizados para realizar a previsão da série τ -passos-a-frente. O desempenho preditivo de cada modelo utilizado foi avaliado por métricas descritas no Anexo A. Desta forma, concluiu-se que o modelo de previsão que melhor representa e se ajusta aos dados das séries é o modelo de previsão para séries sazonais multiplicativas e com tendência linear (subitem (i) da seção 3.3.1.3).

A previsão de faturamento mensal dos clientes Tipo 2 deve ser obtida para o período janeiro/2010 a dezembro/2010 – a fim de se obter a incerteza *wineglass* (ω^2) utilizada para construir os gráficos de controle – e, para março/2011 e abril/2011– pois, estes meses serão utilizados para projetar o índice de cobrabilidade.

A previsão de faturamento dos clientes Tipo 2, para cada mês, é feita utilizando a série histórica *valor faturado*, considerando o horizonte de previsão um passo a frente. O programa computacional *Forecast Pro Windows* (FPW), registrado pela empresa *Business Forecast Systems*, é utilizado para obter a estimação paramétrica, a previsão e avaliar o desempenho preditivo do modelo adotado. É relevante mencionar que, a cada previsão, a previsão de faturamento é substituída pelo valor faturado e, então, agregado a série histórica para realização da previsão do mês seguinte.

A previsão de faturamento mensal e o erro percentual de previsão dos clientes Tipo 2 para 2010 estão resumidos na Tabela 6.

Tabela 6 – Previsão e erro percentual de faturamento mensal dos clientes Tipo 2 (ano 2010)

Mês/Ano	Previsão de faturamento	Valor faturado	Erro percentual de previsão
Jan/2010	R\$ 9.882.601,04	R\$ 10.022.115,15	1,39%
Fev/2010	R\$ 9.829.435,67	R\$ 9.552.167,98	-2,90%
Mar/2010	R\$ 10.718.601,48	R\$ 11.324.355,03	5,35%
Abr/2010	R\$ 11.470.915,80	R\$ 10.828.780,21	-5,93%
Mai/2010	R\$ 11.056.012,55	R\$ 10.010.412,30	-10,45
Jun/2010	R\$ 11.627.256,42	R\$ 11.198.524,46	-3,83%
Jul/2010	R\$ 11.300.066,74	R\$ 11.256.288,35	-0,39%
Ago/2010	R\$ 11.485.725,27	R\$ 11.467.334,11	-0,16%
Set/2010	R\$ 11.294.330,88	R\$ 11.111.291,47	-1,65%
Out/2010	R\$ 11.517.449,46	R\$ 10.929.688,85	-5,38%
Nov/2010	R\$ 11.844.436,50	R\$ 11.203.420,21	-5,72%
Dez/2010	R\$ 10.727.862,98	R\$ 11.194.032,81	4,16%

Fonte: Elaboração própria

A previsão de faturamento mensal, os limites de confiança⁶ estabelecidos e a média absoluta do erro percentual (MAPE) dos clientes Tipo 2, referente a março/2011 e abril/2011 estão resumidos na Tabela 7.

Tabela 7 – Previsão e incerteza associada de faturamento dos clientes Tipo 2 (março/2011 e abril de 2011)

Mês/Ano	Limite inferior de 2,5% de confiança	Previsão de faturamento	Limite superior de 97,5% de confiança	MAPE
Mar/2011	R\$ 8.580.697,13	R\$ 12.060.306,45	R\$ 14.937.915,67	10,2%
Abr/2011	R\$ 8.235.170,60	R\$ 11.484.434,43	R\$ 14.733.695,17	10,3%

Fonte: Elaboração própria

A Tabela 8 reúne o valor faturado dos clientes Tipo 1 para os meses de 2010, março/2011 e abril/2011.

Tabela 8 – Valor faturado dos clientes Tipo 1 para 2010, março/2011 e abril/2011

Mês/Ano	Valor faturado
Jan/2010	R\$ 22.896.263,90
Fev/2010	R\$ 23.419.250,65
Mar/2010	R\$ 24.876.480,56
Abr/2010	R\$ 23.244.418,32
Mai/2010	R\$ 23.070.117,11
Jun/2010	R\$ 22.431.303,79
Jul/2010	R\$ 21.016.307,76
Ago/2010	R\$ 21.579.346,54
Set/2010	R\$ 21.051.330,06
Out/2010	R\$ 20.908.463,51
Nov/2010	R\$ 19.803.153,56
Dez/2010	R\$ 21.383.422,47
Mar/2011	R\$ 20.106.481,81
Abr/2011	R\$ 20.716.922,02

Fonte: Elaboração própria

Logo, o faturamento mensal previsto é obtido somando: o valor faturado mensal dos clientes Tipo 1 e a previsão de faturamento mensal dos clientes Tipo 2, veja Tabela 9.

⁶ Limite de confiança é um intervalo, associado a um percentil p de determinada distribuição, dentro do qual se espera que o valor real esteja.

Tabela 9 – Faturamento mensal previsto (ano 2010, março/2011 e abril/2011)

Mês/Ano	Faturamento mensal previsto
Jan/2010	R\$ 32.778.864,94
Fev/2010	R\$ 33.248.686,32
Mar/2010	R\$ 35.595.082,04
Abr/2010	R\$ 34.715.334,12
Mai/2010	R\$ 34.126.129,66
Jun/2010	R\$ 34.058.560,21
Jul/2010	R\$ 32.316.374,50
Ago/2010	R\$ 33.065.071,81
Set/2010	R\$ 32.345.660,94
Out/2010	R\$ 32.425.912,97
Nov/2010	R\$ 31.647.590,06
Dez/2010	R\$ 32.111.285,45
Mar/2011	R\$ 32.166.788,26
Abr/2011	R\$ 32.201.356,45

Fonte: Elaboração própria

5.5.4.

Análise da capacidade de pagamento dos clientes

A incerteza quanto ao pagamento do valor faturado mensal é uma variável determinante para a previsão do valor arrecadado mensal da empresa. Então, um estudo sobre a capacidade de pagamento dos clientes é realizado considerando o histórico de arrecadação da empresa no período fevereiro/2009 a fevereiro/2011.

O estudo consiste em verificar o comportamento de pagamento mensal de cada cliente. Há três tipos de comportamento, são eles: pagamento adiantado, pagamento em dia e pagamento em atraso.

Uma vez detectado o tipo de comportamento de pagamento do cliente para cada mês, obtém-se a diferença entre a data de vencimento e data que ocorreu o pagamento e, então, atribui-se: (i) número \mathbb{Z}_-^* para os pagamentos adiantados; (ii) número zero para os pagamentos em dia; e (iii) número \mathbb{Z}_+^* para os pagamentos em atraso.

Posteriormente, considerando a série comportamento de pagamento de cada cliente, obtêm-se as estatísticas descritivas de localização (média e moda) e de dispersão (desvio padrão e variância) do comportamento de pagamento dos clientes, veja Apêndice A.

As séries de estatísticas descritivas do comportamento de pagamento dos clientes revelam que, dos 250 maiores clientes selecionados: (i) 68 clientes

pagam, em média, atrasados; (ii) 31 clientes pagam, em média, adiantados; (iii) 151 clientes pagam, em média, em dia; (iv) 59 clientes apresentam alta variabilidade no comportamento de pagamento ($Var \geq 10$), destes clientes, temos que: 49 pagam, em média, atrasados; 3 pagam, em média, na data de vencimento; 7 pagam, em média, adiantados.

Nesta pesquisa, adotou-se a média (modelo conservador) como fator determinante da capacidade de pagamento dos clientes.

5.5.5. Previsão de arrecadação mensal

Considerando a seção 5.5.1, esta etapa consiste em: (i) determinar a previsão dos dias de arrecadação correspondente ao período dezembro/2009 a dezembro/2010 e aos meses de fevereiro, março e abril de 2011; (ii) determinar a previsão de arrecadação diária e mensal correspondente ao período dezembro/2009 a dezembro/2010 e aos meses de fevereiro, março e abril de 2011 – a fim de se obter os cálculos para construção dos gráficos de controle e projetar o índice de cobrabilidade para março e abril de 2011.

Ressalta-se que, conforme mencionado na seção 1.2, a arrecadação é sempre computada um dia útil após o pagamento da fatura pelo cliente.

Além disso, é relevante mencionar que, os resquícios de faturamento de dezembro/2009 e fevereiro/2011 influenciam na arrecadação de janeiro/2010 e março/2011, respectivamente, por isso analisá-los. Tais resquícios são de clientes retardatários ou, ainda, de clientes cuja data de pagamento é no último dia útil do mês. Na previsão de arrecadação de dezembro/2009 e fevereiro/2011, considerou-se o valor faturado dos clientes.

Os dias previstos de arrecadação são obtidos considerando: (i) a data de vencimento da fatura do cliente; (ii) a média correspondente ao comportamento de pagamento do cliente; (iii) os feriados nacionais.

A arrecadação diária prevista é obtida agrupando o valor faturado dos clientes Tipo 1 com a previsão de faturamento dos clientes Tipo 2 por dia de arrecadação, veja Apêndice B e C. Sendo, a arrecadação mensal o somatório das arrecadações diárias do respectivo mês, veja Tabela 10.

Tabela 10 – Arrecadação mensal prevista (ano 2010, março/2011 e abril/2011)

Mês/Ano	Arrecadação mensal prevista
Jan/10	R\$ 33.207.309,01
Fev/10	R\$ 28.229.534,69
Mar/10	R\$ 41.175.156,39
Abr/10	R\$ 33.389.444,53
Mai/10	R\$ 35.237.199,13
Jun/10	R\$ 32.785.440,02
Jul/10	R\$ 33.760.885,17
Ago/10	R\$ 33.251.932,58
Set/10	R\$ 32.090.868,11
Out/10	R\$ 31.380.129,06
Nov/10	R\$ 31.835.189,38
Dez/10	R\$ 33.234.113,83
Mar/11	R\$ 33.604.155,41
Abr/11	R\$ 30.616.388,20

Fonte: Elaboração própria

5.5.6. Projeção da cobrabilidade mensal

Conforme definido na seção 1.1, o índice de cobrabilidade é a razão entre a arrecadação do mês corrente e o faturamento anterior. A representação matemática deste índice é dada pela eq. (72):

$$C_k = \frac{A_k}{F_{k-1}} \times 100 \quad (72)$$

Sendo:

A_k : arrecadação corrente

F_{k-1} : faturamento anterior

$k \in [1, \dots, 12]$ e $(k - 1) \in [0, \dots, 11]$; k representa o mês corrente; $k - 1$ representa o mês anterior, sendo $k - 1 = 0$ último mês do ano anterior ao estudado.

Assim, considerando o faturamento mensal previsto (Tabela 9) e a arrecadação mensal prevista (Tabela 10), pode-se estabelecer, a priori, o índice de cobrabilidade para março e abril de 2011.

Logo, tem-se:

$$\hat{C}_3 = \frac{33.604.155,41}{32.166.788,26} \times 100 = 104,46\%$$

$$\hat{C}_4 = \frac{30.616.388,20}{32.201.356,45} \times 100 = 95,07\%$$

5.5.7.

Proposição de adaptação da metodologia de Wu et al. para observações diárias

O modelo descrito por Wu et al. (1990) para monitoramento de negócios definido pela eq. (52) é aplicável para o planejamento financeiro anual de determinada organização.

A presente pesquisa propõe uma adaptação ao horizonte do planejamento da metodologia supracitada, haja vista o contexto no qual ela se insere.

Desta forma, considere a existência de um alvo mensal de arrecadação T para cada mês k , representado por $T_{/k}$. Sendo, $T_{/k}$ composto por um conjunto de metas diárias de arrecadação $(T_{1/k}, \dots, T_{n/k})$, onde n representa o número de dias de arrecadação. As metas diárias de arrecadação são obtidas através de modelos de previsão. E, as arrecadações diárias reais representadas por $Y_{1/k}, \dots, Y_{n/k}$. A eq. (52) pode ser redefinida, conforme eq. (73):

$$Y_{i/k} = g_{/k}T_{i/k} + \tau_{i/k} \quad (73)$$

Sendo:

$\tau_{i/k}$: erro normalmente distribuído ao longo da trajetória, com média 0 e variância $\omega^2 g_{/k}^2 T_{i/k} T_{/k}$.

$g_{/k}$: parâmetro que varia mensalmente.

i : dia correspondente à arrecadação

Analogamente, obtém-se:

Pela eq. (53), o estimador linear imparcial de $g_{/k}$ é a razão entre o somatório das arrecadações diárias reais $(\sum Y_{i/k})$ e o somatório das arrecadações diárias previstas $(\sum T_{i/k})$. Assim, tem-se a eq. (74):

$$\hat{g}_{/k} = \frac{Y_{1/k} + \dots + Y_{n/k}}{T_{1/k} + \dots + T_{n/k}} \quad (74)$$

Pela eq. (55), o estimador do parâmetro $\hat{\omega}_k^2$, veja eq. (75):

$$\hat{\omega}_k^2 = \frac{1}{n-1} \sum \frac{(Y_{i/k} - \hat{g}_{/k}T_{i/k})^2}{\hat{g}_{/k}^2 T_{i/k} T_{/k}} \quad (75)$$

Pela eq. (56), o estimador global ω^2 , utilizado para construção das trajetórias, veja eq. (76):

$$\hat{\omega}^2 = \frac{\sum_{k=1}^H \hat{\omega}_k^2}{H} \quad (76)$$

Na eq. (76), H representa meses do histórico disponível.

Para construir os gráficos de controle considerando a perspectiva de monitoramento diário basta realizar algumas adaptações triviais nas equações: eq.(58), eq. (59), eq. (61) e eq. (62) para obter *Wineglass*; eq. (63), eq. (64) e eq. (65) para obter *Shipwreck* e, eq. (69) e eq. (70) para obter *Outlook*, veja seções 4.4.2, 4.4.3 e 4.4.4.

As adaptações constitem em calcular a variância *Wineglass*, *Shipwreck* e *Outlook*, bem como, os limites para cada dia i de arrecadação prevista do mês a ser monitorado. Ressalta-se que, os percentis que compõem os limites são da distribuição normal padrão com especificações iguais a metodologia descrita por Wu et al. (1990).

5.5.8. Monitoramento diário da arrecadação

O monitoramento diário da arrecadação consiste em verificar, por meio dos gráficos de controle adaptados da metodologia descrita por Wu et al. (1990) – ver seção 5.5.7 –, três situações:

1. Os valores diários arrecadados reais (Y_i) estão de acordo com os valores diários arrecadados previstos (T_i) (trajetória determinada)?
2. Caso os valores arrecadados diários não estejam em conformidade com a trajetória determinada, há chances de recuperar o déficit até o fim do mês?
3. Qual a perspectiva de arrecadação para o mês?

Para construir os gráficos de controle de monitoramento diário, considere:

- O horizonte de análise desta pesquisa – março/2011 e abril/2011;
- O encadeamento lógico dos acontecimentos (estabelecer, a priori, o índice de cobrabilidade de determinado mês (ver seção 1.2) e, após, iniciar o mês, monitorar a arrecadação diária);

Inicialmente, determina-se o estimador global da incerteza *wineglass* $\hat{\omega}^2$, conforme eq. (76). Para isso, considere os meses de histórico disponível

(janeiro/2010 a dezembro/2010) e a eq. (75), veja Apêndice B. Logo, pela eq. (76) tem-se: $\hat{\omega}^2 = 0,05$.

Em seguida, determina-se a previsão de arrecadação diária para o mês no qual o monitoramento será feito, ver Apêndice C.

Posteriormente, obtêm-se as variâncias *Wineglass*, *Shipwreck* e *Outlook* com os respectivos limites, conforme indicado na seção 5.5.7.

E, por fim, ao iniciar o mês, uma relação é estabelecida entre a arrecadação diária real e a prevista para cada gráfico de controle, ver eq. (58), eq. (63) e eq. (70).

Ressalta-se, ainda que, para uma melhor visualização e análise, os dados utilizados para construir os gráficos estão disponibilizados no Apêndice C.

(i) Gráfico de controle *Wineglass*

O *Wineglass* apresenta a razão percentual acumulativa entre a arrecadação diária real (Y_i) e a arrecadação diária prevista (T_i).

Os limites superiores (*LSC*) e os inferiores (*LIC*) foram escolhidos de maneira a satisfazer a eq. (60) com q (percentil da distribuição normal padrão) igual a 0,8. Isso equivale a dizer que há uma probabilidade de 80% da arrecadação diária estar em torno da meta estipulada.

Para gerar o gráfico de controle *Wineglass* considere as equações: eq. (58), eq. (59), eq. (61) e eq. (62).

Verifica-se que, ao iniciar o mês de monitoramento, há uma grande fonte de incerteza associada ao alcance da meta, por isso, os limites de controle são maiores.

Após cada observação, espera-se que, a razão percentual acumulativa esteja próxima dos 100% (cem por cento) para que no fim do mês o valor arrecadado previsto seja alcançado.

Veja nas Figuras 35 e 36, os gráficos de controle *Wineglass* referente a março/2011 e abril/2011, respectivamente.

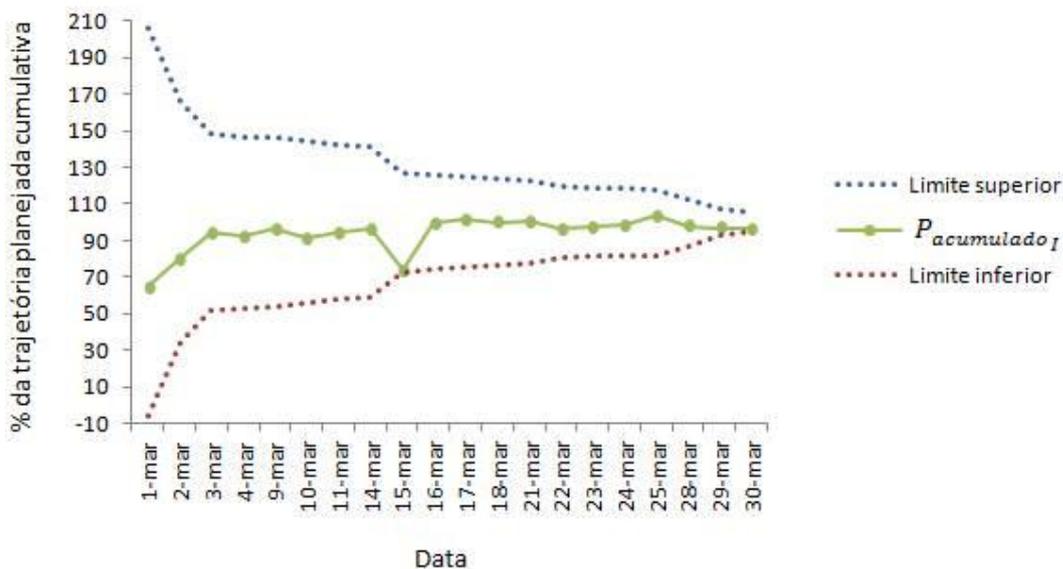


Figura 35 – Gráfico de controle *Wineglass* (março/2011)
Fonte: Elaboração própria

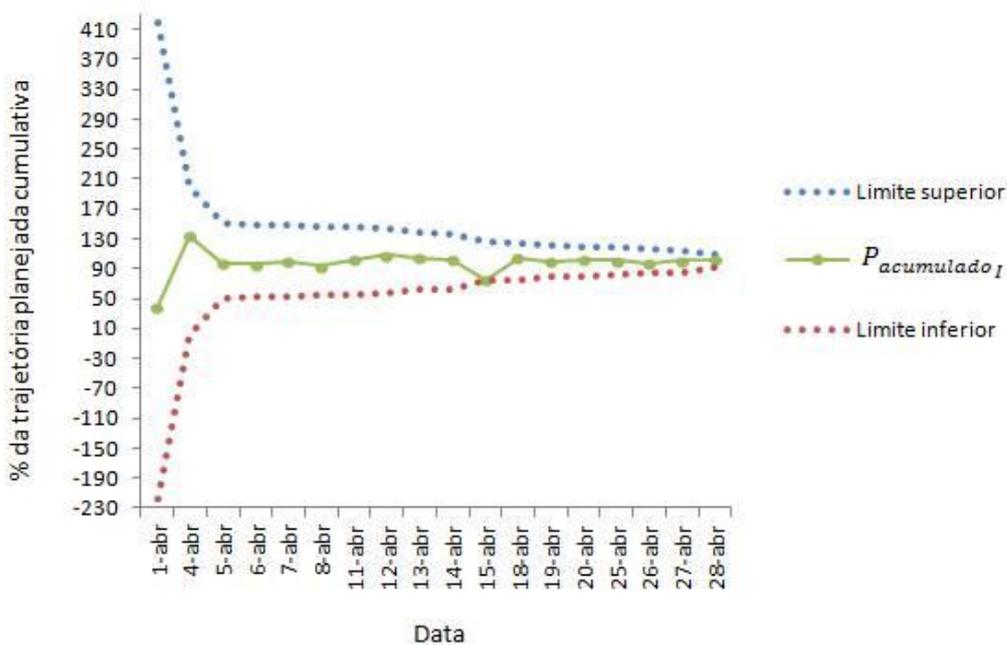


Figura 36 – Gráfico de controle *Wineglass* (abril/2011)
Fonte: Elaboração própria

(ii) Gráfico de controle *Shipwreck*

O *Shipwreck* mostra o desvio acumulativo das arrecadações reais em relação à trajetória determinada (arrecadações diárias previstas). Conforme especificado na seção 4.4.3, o nível de recuperação é escolhido de acordo com a relação: $p = \frac{1-q}{2}$. Assim, o nível de recuperação é $p = 0,1$.

Para gerar o gráfico *Shipwreck* considere as equações: eq. (63), eq. (64) e eq. (65).

Veja nas Figuras 37 e 38, os gráficos de controle *Shipwreck* referente a março/2011 e abril/2011, respectivamente.

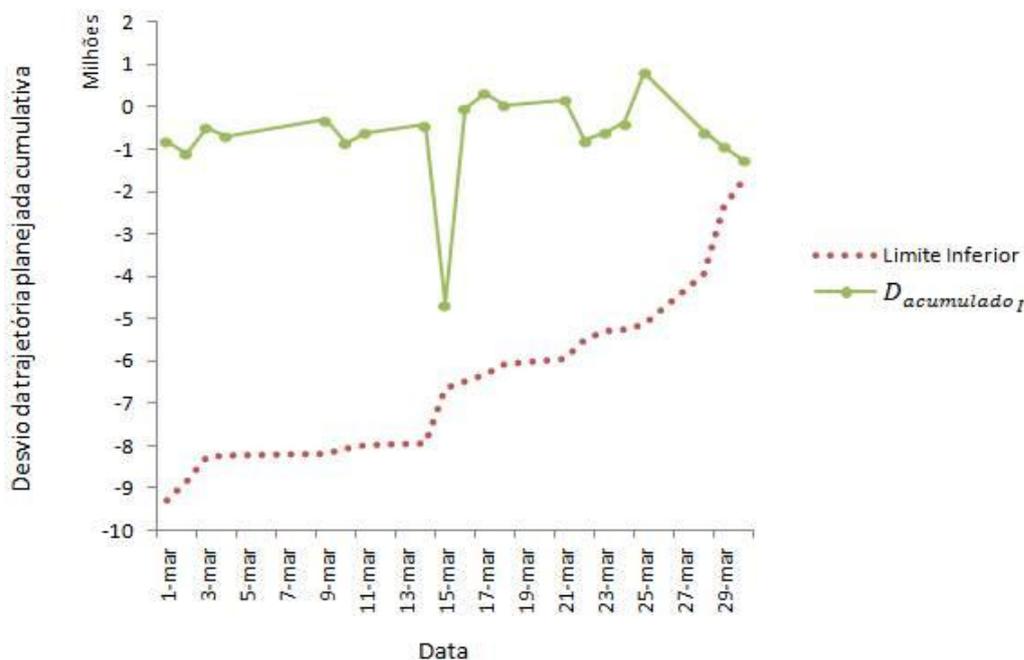


Figura 37 – Gráfico de controle *Shipwreck* (março/2011)
Fonte: Elaboração própria

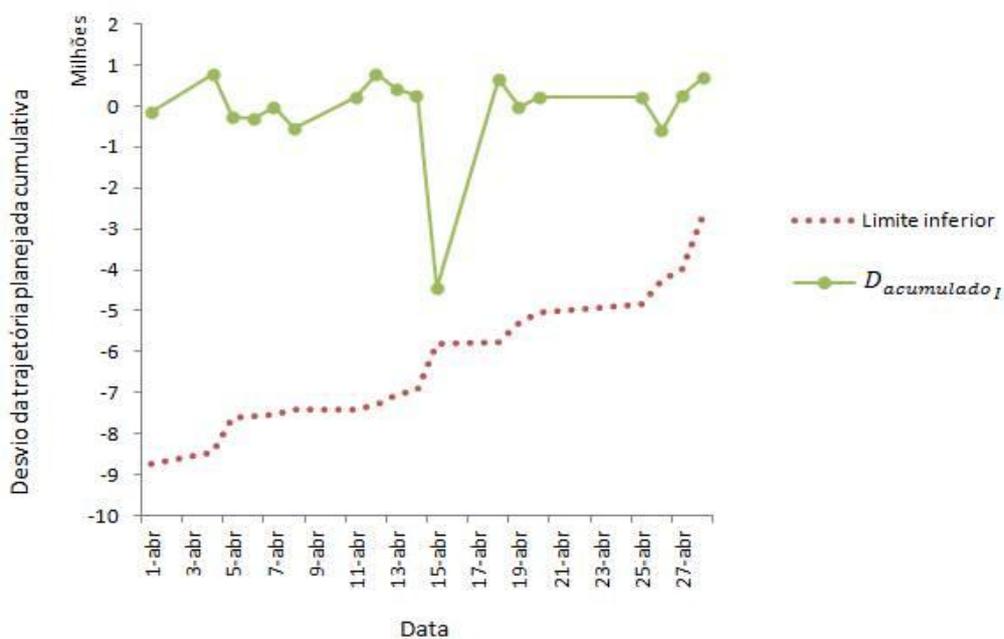


Figura 38 – Gráfico de controle *Shipwreck* (abril/2011)
 Fonte: Elaboração própria

(iii) Gráfico de controle *Outlook*

O *Outlook* estabelece o limite de previsão diário da arrecadação total ao longo do mês considerando três perspectivas de atingir a meta mensal – baixa, média e alta. Tais perspectivas, conforme mencionado na seção 4.4.4, correspondem às proporções p_L , p_M e p_H da distribuição normal padrão. Em geral, adota-se: $p_L = 0,90$, $p_M = 0,50$ e $p_H = 0,10$.

Para gerar o gráfico *Outlook* considere as equações: eq. (69) e eq. (70).

Veja nas Figuras 39 e 40, os gráficos de controle *Outlook* referente a março/2011 e abril/2011, respectivamente.

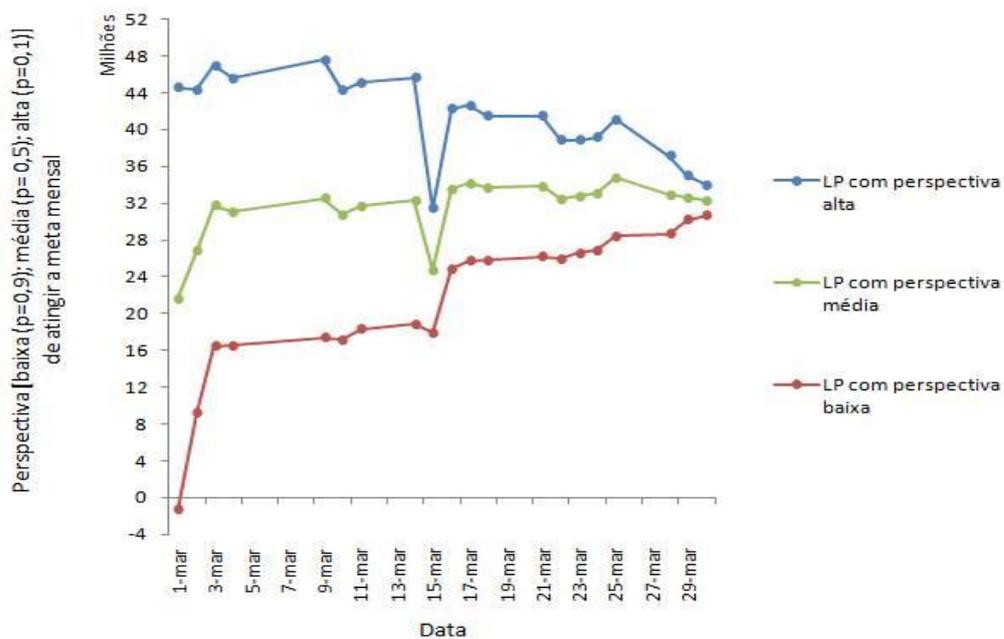


Figura 39 – Gráfico de controle *Outlook* (março/2011)
Fonte: Elaboração própria

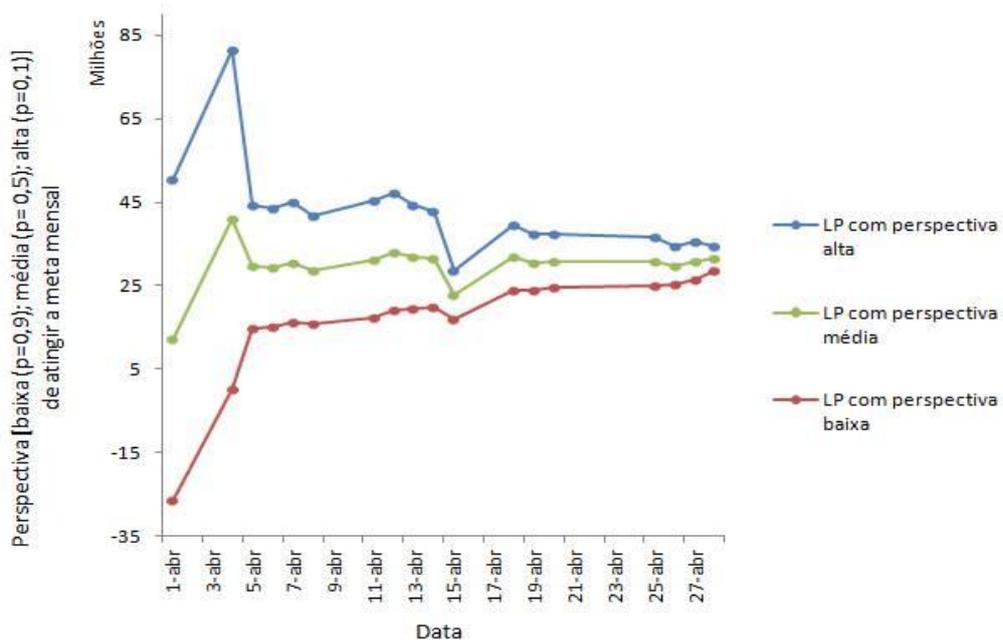


Figura 40 – Gráfico de controle *Outlook* (abril/2011)
Fonte: Elaboração própria

5.5.9. Análise e interpretação dos resultados

Uma vez estabelecido, a priori, o índice de cobrabilidade (ver seção 5.5.6) e iniciado cada um dos meses em estudo (março/2011 e abril/2011), então o monitoramento da arrecadação diária da empresa *Energy Service* é realizado.

A análise diária da arrecadação de março/2011 é representada pelas Figuras 35, 37 e 39 que correspondem, respectivamente, aos gráficos de controle *Wineglass*, *Shipwreck* e *Outlook*.

Pela Figura 35, verificam-se algumas oscilações em torno dos 100% da trajetória planejada no início de março, sendo a oscilação do dia 15 a mais representativa. Neste dia, a arrecadação prevista é três vezes superior à arrecadação real, veja Apêndice C. Então, utiliza-se o gráfico *Shipwreck*, Figura 37, para verificar se o déficit ocorrido impacta de forma decisiva na obtenção da meta traçada. Assim, com nível de recuperação $p = 0,1$, o gráfico *Shipwreck* mostra que há chances de recuperação, visto que a queda ocorrida no dia 15 não ultrapassou o limite de controle do gráfico. Os dados da Figura 39 mostram que, a partir do dia 15, as perspectivas tendem a convergir. A perspectiva baixa se torna positiva, o que evidencia uma tendência da meta ser atingida. Após o déficit do dia 15, a Figura 35 revelou que a arrecadação diária real de março/2011 está estatisticamente consistente com a arrecadação diária prevista, visto que, no penúltimo dia de arrecadação, o percentual acumulado Y_i/T_i atingiu 96%, veja Apêndice C. Pela Figura 37, verifica-se um desvio cumulativo pouco negativo, em torno de zero, isso significa que o valor diário arrecadado real é um pouco menor do que o previsto.

Então, ao finalizar o monitoramento diário do arrecadado para março/2011, pode-se determinar, a posteriori, o índice de cobrabilidade deste.

A Tabela 11 reúne as variáveis previstas e reais que compõem o índice de cobrabilidade, bem como, o erro percentual de previsão e, o índice de cobrabilidade estimado e real para março/2011.

Tabela 11 – Índice de cobrabilidade de março/2011

Março/2011		
Previsão	Arrecadação	R\$ 33.604.155,41
	Faturamento	RS 32.166.788,26
Valor Real	Arrecadação	R\$ 32.225.206,76
	Faturamento	R\$ 30.997.312,04
Índice de cobrabilidade	Previsto	104,47%
	Real	103,96%
Erro percentual de previsão	Arrecadação	-4,28%
	Faturamento	-3,77%
	Índice de cobrabilidade	-0,49%

Fonte: Elaboração própria

O mesmo procedimento e análise diária da arrecadação seguem para abril/2011. As Figuras 36, 38 e 40 correspondem, respectivamente, aos gráficos de controle *Wineglass*, *Shipwreck* e *Outlook* para abril/2011.

A Figura 36 mostra que o déficit no dia 1º, apesar de representativo, é recuperado no dia 3. No dia 5, o percentual acumulado Y_i/T_i da arrecadação é visto como satisfatório e, por isso, a chance da meta ser atingida aumenta (ver Figura 40). Observa-se que, a partir do dia 5, a Figura 36 revela que a razão percentual acumulada da arrecadação se mantém constante até no dia 15, quando ocorre uma queda considerável. Neste instante, verifica-se que há chance do déficit ser recuperado, pois ao analisar a Figura 38, observa-se que a queda ocorrida no dia 15 não ultrapassou o limite estipulado. À medida que, as arrecadações reais são computadas, os cenários do gráfico de controle *Outlook*, Figura 40, tendem a convergir, demonstrando que os dados seguem o modelo estatístico pressuposto na metodologia. Ao fim do monitoramento, na Figura 36, nota-se que o percentual acumulado Y_i/T_i atingido no penúltimo dia de arrecadação é de 102% (veja Apêndice C), conseqüentemente, verifica-se um desvio cumulativo positivo na Figura 38.

Então, ao finalizar o monitoramento diário do arrecadado para abril/2011, pode-se determinar, a posteriori, o índice de cobrabilidade deste.

A Tabela 12 reúne as variáveis previstas e reais que compõem o índice de cobrabilidade, bem como, o erro percentual de previsão e, o índice de cobrabilidade estimado e real para abril/2011, respectivamente.

Tabela 12 – índice de cobrabilidade de abril/2011

Abril/2011		
Valor Previsto	Arrecadação	30.616.388,20
	Faturamento	32.201.356,45
Valor Real	Arrecadação	31.684.549,84
	Faturamento	32.631.862,10
Índice de cobrabilidade	Previsto	95,08%
	Real	97,10%
Erro percentual de previsão	Arrecadação	3,37%
	Faturamento	1,32%
	Índice de cobrabilidade	2,08%

Fonte: Elaboração própria