



FACULDADE DE CIÊNCIAS SOCIAIS E APLICADAS – FATECS
CURSO: ADMINISTRAÇÃO
ÁREA: ADMINISTRAÇÃO FINANCEIRA

ADMINISTRAÇÃO DO FLUXO DE CAIXA
Estudo do Modelo de Saldo por Expectância

LUÍS AUGUSTO ACKERMANN CORBISIER
MATRICULA Nº 2053400/6

PROF. ORIENTADOR:
MARCOS ANDRÉ SARMENTO MELO

Brasília – DF, junho de 2008.

LUÍS AUGUSTO ACKERMANN CORBISIER

ADMINISTRAÇÃO DO FLUXO DE CAIXA
Estudo do Modelo de Saldo por Expectância

Monografia apresentada como um dos requisitos para a conclusão do curso de Administração do UniCEUB – Centro Universitário de Brasília.

Prof. Orientador: Marcos André Sarmiento Melo.

Brasília, junho de 2008.

LUÍS AUGUSTO ACKERMANN CORBISIER

ADMINISTRAÇÃO DO FLUXO DE CAIXA
Estudo do Modelo de Saldo por Expectância

Monografia apresentada como um dos requisitos para a conclusão do curso de Administração do UniCEUB – Centro Universitário de Brasília.

Prof. Orientador: Marcos André Sarmiento Melo.

Banca Examinadora

Prof. Marcos André Sarmiento Melo
Orientador

Prof. Luis Antônio Pasquetti
Examinador

Prof. Alano Nogueira Matias
Examinador

Brasília - DF, junho de 2008.

Dedico este trabalho aos meus pais, por todos os esforços direcionados à minha educação.

Obrigado pelo amor de vocês.

Agradeço meu orientador e Mestre Marcos André, pela ajuda e confiança neste trabalho.

Não poderia deixar de agradecer ao amigo Fábio, que colaborou muito durante a execução desse estudo.

Agradeço também a Deus, pela saúde e pela vida.

E por fim agradeço a querida Lucília pela paciência e ajuda.

“Sempre surgirão novos desafios no decorrer da
nossa vida, alguns serão fáceis, outros, porém
difíceis, não importa quais deles sejam, mas a
competência que temos para superá-los”.
“A vida torna-se difícil para quem quer tudo fácil”.

RESUMO

O fluxo de caixa é uma ferramenta utilizada pelos administradores para orientar as estratégias da empresa. No entanto, o dinheiro a ser mantido em caixa, é um problema a ser resolvido através da compreensão dos fatores que afetam a liquidez de uma empresa. A redução do custo total de carregamento do caixa é obtida por meio da diminuição dos custos de falta e dos custos de excesso. Esses custos estão associados com a ausência e a sobra de dinheiro em caixa. Neste trabalho foi possível analisar as razões e implicações que levam administradores a fazer reservas de caixa. Também serão vistos alguns modelos desenvolvidos por autores que buscaram resolver o problema do saldo ótimo de caixa. Tendo como principal objetivo o estudo do Modelo de Saldo por Expectância (MSE) que trabalha com os fluxos estocásticos e determinísticos. O modelo visa minimizar o custo total de carregamento ao longo do tempo por meio de módulos matemáticos associados a uma probabilidade que irá fornecer a decisão a ser tomada no futuro. O modelo foi aplicado em uma empresa petroquímica com faturamento superior a um bilhão de reais ao ano e permitiu a redução de 96,67% dos custos totais de caixa por um período de dois meses.

Palavras-chave: Fluxo de caixa. Modelo de Saldo por Expectância. Fluxos estocásticos. Fluxos determinísticos.

ABSTRACT

The cash flow is a tool used by managers to guide the strategies of the firm. However, the money being kept in cash is a problem to be solved by understanding the factors that affect the liquidity of the firm. The reduction total cost of loading the cash is obtained through lower costs and the costs of lack of excess. These costs are associated with the lack of money and left in cash. In this work was possible to examine the reasons and implications that lead managers to make cash reserves. It will be seen some models developed by authors who sought to tackle the optimal balance of cash. The main objective of this work is the study of the Expectancy Balance Model (EBM) that works with the flow stochastic and deterministic. The model aims to minimize the total cost of loading over time through modules associated with a mathematical probability that it will provide the decision to be taken in future. The model was applied in a petrochemical firm with sales exceeding one billion reais the year and allowed the decrease of 96.67% of the cash total costs for a period of two months.

Keywords: Cash flow. Expectancy Balance Model. Flows stochastic. Flows deterministic.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
2 FLUXO DE CAIXA	12
2.1 Fluxo de caixa como ferramenta na gestão financeira	13
2.2 Razões para reserva de caixa	14
2.3 Implicações da reserva de caixa	16
3 MODELOS DE ADMINISTRAÇÃO DE CAIXA	18
3.1 Modelo de Baumol	18
3.2 Modelo de Miller-Orr	20
3.3 Modelo de Eppen e Fama	22
4 MODELO DE SALDO POR EXPECTÂNCIA	25
4.1 Modulagem do MSE	27
4.2 Formulação genérica do MSE	28
5 APLICAÇÃO DO MSE	30
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	33
REFERÊNCIAS	35

1 INTRODUÇÃO

Por intermédio do caixa a empresa direciona as estratégias no mercado e determina o rumo dos negócios. O administrador financeiro diariamente depara-se com problemas que envolvem a gestão de caixa. Os recursos em caixa são ativos líquidos e de curto prazo. No entanto, administradores financeiros procuram solucionar os problemas de caixa devido aos diversos fatores internos e externos que alteram a política de caixa adotada pela empresa. Há diversos motivos pelo qual empresas acumulam grandes reservas em caixa.

Este trabalho foi desenvolvido a partir da análise dos fluxos de caixa de uma empresa petroquímica no Brasil, posicionada entre as líderes mundiais. O nome da empresa em análise foi mantido em sigilo em respeito à solicitação da Diretoria Financeira da mesma, visto que para o estudo foram utilizados dados reais de seu fluxo de caixa.

Trata-se, portanto, de uma empresa com sede no Brasil, voltada para o ramo petroquímico e plástico, detentora de um complexo de pesquisa em inovação, que conta com mais de três mil funcionários. Seu faturamento anual ultrapassa um bilhão de reais ao ano.

A procura por um saldo ótimo de caixa pela empresa envolve a habilidade dos seus gestores em administrar seus recursos. Para Melo (2000) existem duas maneiras de a empresa ganhar uma vantagem competitiva. Uma delas é aumentar sua rentabilidade com as sobras de dinheiro em caixa e outra é através da redução de custos de gerenciamento.

Administradores financeiros, por diversas razões, fazem grandes reservas de caixa. Entretanto, esse dinheiro poderia ser investido de outra forma, podendo, assim, gerar benefícios para a empresa e aumentar sua rentabilidade.

Existe também a falta de dinheiro em caixa que provoca a procura por fontes de financiamento para gerar liquidez. Por liquidez, Ross, Westerfield e Jaffe (2002, p. 39) entendem que “refere-se à facilidade e velocidade com a qual os ativos

podem ser convertidos em dinheiro”. Contudo, optar por financiamentos acarreta custos onerosos decorrentes dos juros.

Estudar os fluxos de caixa da empresa torna-se uma tarefa complexa devido aos diversos fatores que envolvem essa atividade, dentre os quais merecem destaque: (a) há poucos estudos sobre o assunto e (b) é grande o esforço exigido aos administradores financeiros em buscar o melhor saldo de caixa e evitar o desperdício de dinheiro.

Portanto, um fluxo de caixa eficiente contribui para a elaboração e consecução da estratégia de qualquer empresa.

Neste trabalho o problema de pesquisa é como o Modelo de Saldo por Expectância (MSE) minimiza o custo total resultante da convergência dos Custos de Falta (CF) e Custos de Excesso (CE).

O objetivo geral é testar a aplicabilidade do MSE no fluxo de caixa da empresa em estudo, analisando seu fluxo de caixa diariamente.

Um saldo de caixa elevado gera custos que poderiam ser revertidos em oportunidades de investimentos. E um saldo insuficiente de caixa poderia levar a empresa ter falta de liquidez e chegar à falência. Gerenciar esses saldos envolve a redução do custo total de controle do caixa. Tais custos são divididos em custo de falta (CF) e custo de excesso (CE). O Modelo de Saldo por Expectância (MSE) tem por objetivo reduzir esses custos (MELO, 2000).

Ao economizar esses custos a empresa pode aumentar sua rentabilidade com aplicação dos seus recursos de caixa. Esse dinheiro poderia ser investido, por exemplo, na aquisição de novos equipamentos de tecnologia, ou então, oferecer treinamento aos funcionários visando melhorar a produtividade, e até mesmo serem aplicados no mercado de curto prazo, há também outras opções. A previsão dos fluxos pode possibilitar que empresa tenha uma liquidez eficiente, pois permite que o administrador financeiro analise os fluxos e tome decisões com antecedência.

A análise desses fatores é importante uma vez que as empresas desejam permanecer no mercado no longo prazo. O estudo do modelo é, portanto, uma área

de investigação relevante, pois há poucos estudos que buscam solucionar esse problema.

Inicialmente foi utilizada a pesquisa bibliográfica, que tem por finalidade fazer uma busca de estudos anteriores publicados em livros ou artigos. Com objetivo de permitir a compreensão do que significa fluxo de caixa, primeiramente explicou-se seu objetivo e sua importância. Em seguida, alguns modelos que propuseram um saldo ótimo de caixa foram apresentados.

Tendo sido apresentada a fundamentação teórica, foi abordado o estudo de caso da empresa descrita na introdução. Durante a primeira etapa da investigação caracterizou-se a pesquisa exploratória, no qual, houve a compreensão dos dados do fluxo de caixa e permitir o esclarecimento das hipóteses levantadas da empresa em estudo.

Em seguida utilizou-se a dedução para argumentar a relação entre as hipóteses levantadas e a conclusão dos dados investigados, explicando por que o fenômeno ocorre e quais os fatores que contribuem para a sua ocorrência, encerrando assim, o estudo de caso.

Na empresa em estudo, os dados do fluxo de caixa foram coletados pelo período de seis meses, e posteriormente aplicado o MSE pelo período de dois meses com objetivo de analisar se realmente há uma redução significativa do custo total de gerenciamento de caixa. Analisando os fluxos estocásticos e determinísticos, que representam a singularidade do modelo.

No presente trabalho, primeiramente, foi apresentada esta introdução, descrito o problema em estudo, identificado o objetivo deste trabalho, bem como a justificativa da escolha do tema e a metodologia de pesquisa. Em seguida, demonstrou-se a fundamentação teórica referente à literatura sobre fluxo de caixa e foram apresentados alguns modelos desenvolvidos por autores que propuseram a solução para o saldo ótimo de caixa. Posteriormente, foi apresentado o funcionamento do Modelo de Saldo por Expectância (MSE).

Finalmente, o modelo é testado, momento no qual é apresentada uma simulação do MSE, seguido das considerações finais do estudo.

2 FLUXO DE CAIXA

O gerenciamento eficiente do caixa requer gestão diária dos administradores financeiros, de modo que sejam evitados esforços que busquem a diminuição dos custos que o mesmo acarreta.

Com o objetivo de minimizar esses custos, diversos autores desenvolveram modelos para a solução de um saldo ótimo a ser mantido em caixa. Entre alguns desses modelos e que serão demonstrados neste trabalho, pode-se mencionar o modelo de Baumol (1952), o modelo de Miller-Orr (1966) e o modelo de Eppen e Fama (1968), além de outros modelos criados por autores que contribuíram para estudos posteriores.

O caixa pode ser entendido como:

Definir caixa é algo que pode parecer tão empírico e simples que se torna difícil e complicado por essa mesma simplicidade... Afinal de contas, caixa é... caixa. No sentido clássico, o caixa representa o objetivo final dos investidores ao optarem por uma alternativa de alocação de recursos. No meio empresarial, caixa é o ativo mais líquido disponível na empresa, encontrado em espécie na empresa, nos bancos e no mercado financeiro de curtíssimo prazo. (FREZATTI, 2007, p.13).

Sendo assim, caixa é o dinheiro disponível que a empresa tem para realizar suas atividades. Dessa forma, saber administrar o caixa de uma empresa torna-se uma tarefa imprescindível para que esta realize suas atividades.

Segundo Campos (1999, p. 23) “No mundo dos negócios, o dinheiro é o denominador comum à maioria das transações”. Em geral, haverá dinheiro em caixa. No entanto, controlar esse dinheiro não é uma tarefa simples. Ao contrário, é uma atividade complexa que envolve diversos fatores e muitos deles são mais complexos do que se imagina.

O principal objetivo do fluxo de caixa é gerar informações que podem estar disponíveis diariamente, auxiliando administradores nas tomadas de decisão dos seus negócios.

2.1 Fluxo de caixa como ferramenta na gestão financeira

Uma empresa pode apresentar um bom lucro líquido, porém, no futuro poderá ter falta de caixa, devido às possíveis tomadas de decisão direcionadas pelos resultados apresentados pela Contabilidade.

A Contabilidade geralmente apresenta resultados com base no regime de competência, não pelo regime de caixa. Adotando o regime de competência, quando a empresa gera uma receita é feito imediatamente o registro referente à entrada do dinheiro. A adoção do regime de caixa, por sua vez, implica no registro apenas na data real da entrada do dinheiro em caixa (CAMPOS, 1999).

Por exemplo, caso ocorra uma venda parcelada pelo regime de competência o valor total da venda será registrado naquela mesma data, enquanto pelo regime de caixa, só será registrado o valor da parcela paga nas datas em que forem efetuados os pagamentos, ou seja, em cada mês será registrado um valor. Essas diferenças também ocorrem com as despesas. O registro entre caixa e competência não é semelhante. Para um financiamento de longo prazo no regime de competência, o valor total da saída de dinheiro em caixa será registrado naquele mês, e pelo regime de caixa o valor será registrado mês a mês nas respectivas datas em que ocorrerem os pagamentos. (CAMPOS, 1999).

O fluxo de caixa torna-se uma ferramenta confiável e eficiente para a gestão financeira. As entradas e saídas de caixa são registradas diariamente e esses fluxos apresentam dados compatíveis com a realidade financeira da empresa.

Com o fluxo de caixa elaborado pelo regime de caixa, os administradores financeiros podem elaborar planejamentos financeiros de forma eficaz. Terão acesso a informações das previsões que envolvem as entradas e saídas de caixa e, assim, podem visualizar os investimentos e financiamentos necessários para a empresa realizar suas atividades.

2.2 Razões para reserva de caixa

Existem diversas razões que justificam que os administradores financeiros efetuem reservas de caixa. Destacam-se as seguintes: (a) possibilidade de falta de liquidez; (b) excesso de reservas sem destinação específica; e (c) acúmulo de caixa.

No que tange à possibilidade de falta de liquidez, cabe salientar que Harford (1999) afirma que, na presença das imperfeições do mercado de capitais derivado das informações assimétricas entre administradores e provedores de capital, liquidez pode tomar um papel importante. Entende-se assim que administradores financeiros podem fazer grandes reservas de caixa por se sentirem inseguros em não ter dinheiro suficiente para cobrir despesas.

Ter liquidez torna-se vital para a sobrevivência da empresa. Sem capacidade de cumprir com suas obrigações financeiras a empresa não sobreviverá por muito tempo.

No que se refere ao excesso de reservas sem destinação específica para Khurana, Martin e Pereira (2006), empresas reservarão dinheiro hoje para encontrar futuras oportunidades de investimento. Dessa maneira a reserva de dinheiro em caixa pode apresentar a finalidade de gerar uma segurança aos seus gestores, visto que os mesmos não identificam uma alternativa de investimento no mercado naquele momento.

Quanto ao acúmulo de caixa segundo Almeida, Campello e Weisbach (2004), empresas com acesso restrito a financiamentos deveriam ser mais propensas a reter dinheiro em caixa conforme choques macroeconômicos negativos. Devido a fatores que estão fora de seu controle, empresas acumulam dinheiro em caixa pelas limitações para se obter crédito.

As razões podem ser diversas, mas existem aquelas que envolvem não somente as empresas e seus administradores. Há, também, os interesses dos acionistas.

De acordo com Mikkelson e Partch (2002), reservas substanciais de dinheiro servem ao interesse de acionistas em substituir o alto custo de fontes externas de financiamento. Neste sentido, os interesses dos acionistas interferem na administração de caixa porque eles não desejam que as empresas procurem por outras fontes de financiamento, como empréstimos que envolvem altas taxas de juros.

Essas divergências de interesses acabam gerando conflitos entre os administradores financeiros e os acionistas. Frequentemente, os administradores financeiros preocupam-se com a sobrevivência da empresa no longo prazo, enquanto os acionistas preocupam-se, eminentemente, com o lucro e os dividendos que receberão.

Há outros argumentos para os interesses das reservas de caixa. Conforme Jensen (1986 apud Mikkelson e Partch, 2002), os gerentes são incentivados a aumentar os valores dos ativos sobre seu controle. O autor sugere que o dinheiro é retido com frequência ou investido improdutivamente em vez de distribuir segurança para os titulares. Possivelmente, em certas ocasiões, administradores aumentam os valores dos ativos pela política adotada pela empresa, pois existem projetos de crescimento que tem o objetivo de aumentar a produção, sendo necessário, para atingi-los, investir em ativos, sejam eles circulantes ou permanentes.

Caso a empresa deseje fazer um investimento e possua dinheiro em caixa, ela deve fazer o uso deste recurso. Evitando, assim, o financiamento externo em razão destes, a exemplo dos empréstimos bancários, serem demasiadamente onerosos. Por este motivo, a reserva de caixa acaba se tornando uma opção mais segura e menos onerosa quando comparada a um financiamento externo.

Mikkelson e Partch (2002) argumentam que um baixo nível de fluxo de caixa em relação aos investimentos também cria uma demanda por estoques de dinheiro. Se a empresa possui um baixo nível de fluxo de caixa poderá, em algum momento, necessitar de financiamento para cobrir o saldo negativo em caixa, obrigando a empresa a ter reservas de caixa.

2.3 Implicações da reserva de caixa

Administradores podem ter suas razões para optarem por grandes reservas de caixa. Porém, a reserva de grandes quantias de dinheiro em caixa pode ocasionar o desperdício dos mesmos. Entre as implicações da reserva de caixa chamam a atenção: (a) restrições financeiras, (b) custos das aplicações e (c) imperfeições do mercado.

No que se refere às restrições financeiras Almeida, Campello e Weisbach (2004) enfatizam que se a empresa tiver acesso irrestrito ao capital externo, não haverá necessidade de proteger-se contra as futuras necessidades de investimento. Entende-se que uma empresa não precisa manter um nível elevado de dinheiro em caixa. Porque a mesma pode recorrer a qualquer momento as fontes de financiamento externo para a captação de dinheiro e assim realizar um investimento.

No que tange a investimento, compreende-se que seja um investimento interno. Por exemplo, a compra de novas máquinas para a produção, ou então, a aquisição de um terreno para a construção de uma nova filial. Não faria muito sentido se uma empresa recorresse a um financiamento a fim de realizar um investimento no mercado de títulos.

Em relação aos custos das aplicações Ross, Westerfield e Jaffe (2002) explicam que o excesso de caixa pode ser investido com a compra de títulos negociáveis de curto prazo, ou até mesmo em fundos. Essas aplicações geram um custo, pois é administrado por profissionais que conhecem o mercado. No entanto, existem fundos que são especializados em pessoas jurídicas.

A quantia de dinheiro reservada em caixa poderia ser investida e gerar ganhos para a empresa. O dinheiro aplicado no mercado a juros poderia dar um retorno satisfatório ao invés de ficar sem movimentá-lo. Porém, essa movimentação implica custos, sendo assim, necessário fazer uma análise e verificar se os retornos de uma aplicação irão superar os custos das mesmas.

Quanto às imperfeições do mercado para Harford (1999), gestores que pretendem evitar os custos associados ao financiamento externo num ambiente de informações imperfeitas, fazendo-se necessário manter reservas suficientes de caixa para a flexibilidade financeira interna, para lhes permitir reduzir o problema dos baixos investimentos. Entende-se que o mercado não apresenta informações que podem sempre ser confiáveis e que isso implica nas reservas de caixa.

Devido à volatilidade do mercado é possível que administradores financeiros não estejam dispostos a correr riscos. Decidir onde investir torna-se uma tarefa difícil diante das informações imperfeitas do mercado.

3 MODELOS DE ADMINISTRAÇÃO DE CAIXA

3.1 Modelo de Baumol

Ross, Westerfield e Jaffe (2002 p. 617) afirmam que “William Baumol foi o primeiro a oferecer um modelo formal de gestão de caixa, incorporando os custos de oportunidade e os custos de negociação”. Seu estudo foi publicado em 1952 e até aquele momento não havia nenhum outro modelo de gestão de caixa que calculasse esses custos.

O modelo apresentado por Baumol é um modelo simples para a determinação de um saldo ótimo de caixa. Em seu modelo o saldo ótimo de caixa é calculado por um saldo médio a ser disponível para cobrir todas as saídas de caixa.

Para resolver o problema de caixa por esse modelo o administrador de caixa precisa ter conhecimento, em primeiro lugar, de qual será o custo de venda de títulos para obter caixa, dado por (F), pois a venda desses títulos serve para cobrir a falta de caixa naquele momento. Em segundo lugar, obter o volume de caixa necessário para cobrir as saídas durante certo período. Pode ser um mês ou até mesmo um ano, dado por (T). E por fim ter o custo de oportunidade, dado por (K), esse custo refere-se aos juros do montante de dinheiro em caixa caso o administrador resolva comprar, por exemplo, títulos negociáveis (ROSS, WESTERFIELD e JAFFE, 2002).

E por fim (C*) resulta no saldo geral de caixa.

A fórmula do modelo é dada por:

$$C^* = \sqrt{2TF / K}$$

Em seu estudo, Baumol calculou o saldo ótimo de caixa pelas entradas já determinadas de dinheiro e pelas saídas constantes de dinheiro. Para Baumol (1952 apud Villalba e Sousa, 2001, p. 4). “[...] muitas vezes os saldos de caixa se comportam como os saldos de estoques.”

Essa comparação dos saldos de caixa se comportarem com saldos de estoque é muito importante. O gestor de estoque assim que percebe que não terá mais recursos para a produção, imediatamente solicita ao departamento de compras a aquisição de materiais adicionais para repor seu estoque para não interromper a produção.

O estudo de Baumol demonstra que o administrador de caixa deve agir da mesma forma, pois quando perceber que irá faltar dinheiro em caixa terá que providenciar uma maneira de obter dinheiro para cobrir as despesas. No entanto, essa geração de caixa gera um custo que o modelo permite calcular.

Apesar dos benefícios supramencionados, o modelo apresenta algumas limitações. Por exemplo, (a) os custos que nem sempre podem ser previstos com exatidão; (b) o fato de o modelo permitir calcular somente as saídas de caixa e desconsiderar as entradas; (c) a impossibilidade de previsão de um saldo de segurança. O qual é considerado a maior falha do modelo, levando-se em conta que o estudo do modelo contempla o estudo com os saldos de estoque, tendo em vista o fato dos estoques, em grande parte, possuírem reserva de segurança. (ROSS, WESTERFIELD e JAFFE, 2002).

O modelo de Baumol é, portanto, o ponto de partida dos estudos relativos à determinação do saldo ótimo de caixa, em razão de, até a sua publicação, não ter sido publicado nenhum outro modelo. Ademais, trata-se de um modelo de fácil interpretação. Era, pois, aplicável diante dos poucos estudos referentes ao assunto na época.

3.2 Modelo de Miller-Orr

O modelo de Miller-Orr, no âmbito da administração de caixa é o mais conhecido pelos administradores financeiros e possivelmente o mais aplicado na gestão de caixa. O modelo foi publicado em 1966.

Esse modelo leva em consideração a flutuação aleatória das entradas e saídas de caixa. (ROSS, WESTERFIELD e JAFFE, 2002). Nas empresas, entradas e saídas de caixa ocorrem praticamente todos os dias, decorrência do recebimento das receitas (registradas como entrada de caixa), e de pagamentos diversos (registrados como saída de caixa).

O modelo de Miller-Orr, para Villalba e Sousa (2001, p. 5), “é um modelo probabilístico que considera a aleatoriedade do comportamento de caixa, numa distribuição normal, bem como aversão ou propensão ao risco dos gestores”. Por se tratar de um modelo de natureza probabilística não é possível prever seus fluxos de caixa, uma vez que são aleatórios e não tratam de uma distribuição normal.

Para o cálculo do saldo ótimo de caixa, o qual é determinado por (Z), o modelo impõe o limite máximo do saldo por (H) e o limite mínimo de caixa por (L). Para que não seja realizada nenhuma transação, os administradores devem trabalhar com os saldos de caixa entre H e L. Caso o saldo ultrapasse o limite máximo o gestor deve realizar uma aplicação e se o limite ultrapassar o saldo mínimo o gestor deve realizar o resgate de uma aplicação, mantendo, assim, o saldo em Z. (ROSS, WESTERFIELD e JAFFE, 2002).

A figura seguinte permite visualizar o funcionamento do modelo.

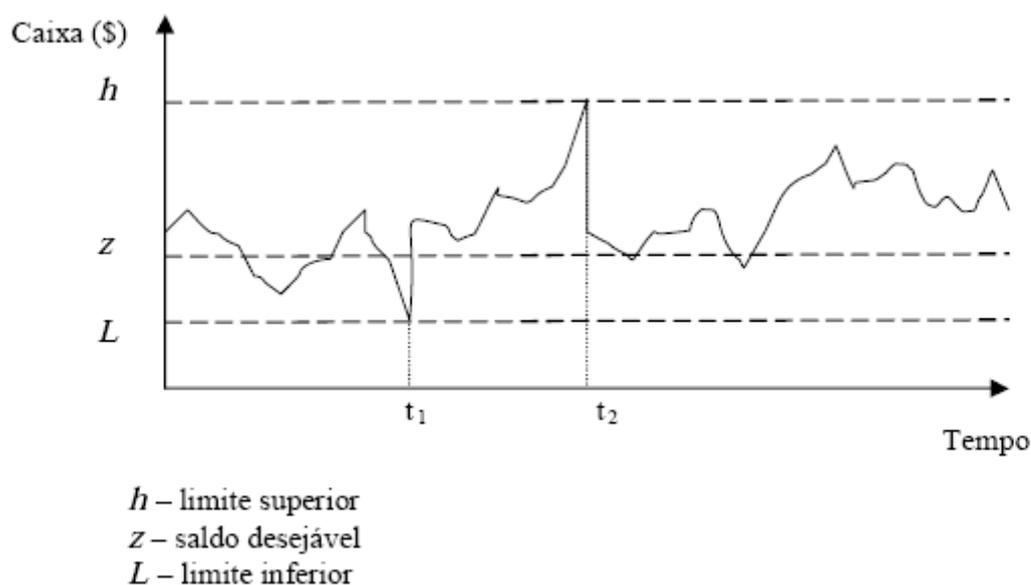


Figura 1. Limites superior e inferior de saldo desejável de caixa

Fonte: MILLER, M.; ORR, D. , 1966, p. 420 – adaptado por Melo (2000).

O objetivo do modelo é identificar um saldo ótimo para o caixa da empresa. Villalba e Sousa (2001, p. 5) afirmam que “[...] os fluxos de caixa líquidos da empresa seguem uma distribuição normal de probabilidade com média zero, que o desvio padrão não varia através do tempo e que não há correlação entre os fluxos de caixa ao longo do tempo”.

O saldo mínimo é imposto pela empresa, pois ela terá o conhecimento e a experiência necessários para aplicação desse limite, permitindo, assim, que administradores decidam o risco que a empresa correrá.

A aplicação do modelo de Miller-Orr também envolve os custos de transação e os custos de oportunidade. O custo de transação é dado por F . Esse custo representa o custo dos investimentos, e deve ser fixo. O custo de oportunidade é dado por K . Esse custo representa o custo de manutenção de caixa, isto é, a taxa de juros diária dos investimentos, e deve ser definido por período.

As transações financeiras acontecem na medida em que são registradas as entradas e saídas de caixa. Portanto não se sabe exatamente quantas transações podem ocorrer num certo período, tornando-as, dessa forma, aleatórias. A

identificação dos custos de oportunidade implica na ocorrência das transações. (ROSS, WESTERFIELD E JAFFE, 2002).

Determinado L, o modelo calcula Z e H por meio da fórmula abaixo:

$$Z^* = \sqrt[3]{3F\sigma^2/4K} + L$$

$$H^* = 3Z^* - 2L$$

O saldo médio de caixa é dado por:

$$\frac{4Z - L}{3}$$

A utilização da fórmula exige o estabelecimento do limite mínimo de caixa, do desvio-padrão dos fluxos diários de caixa, a determinação das taxas de juros dos investimentos e a identificação dos custos de transação das aplicações e resgates de investimentos.

Muitas vezes as entradas de caixa podem superar as saídas ou vice-versa. O modelo formula um saldo ótimo de caixa como uma ferramenta para os administradores financeiros, permitindo assim um maior controle e a redução ou, até mesmo, a inexistência de desperdício de dinheiro ao longo do tempo.

3.3 Modelo de Eppen e Fama

O modelo de Eppen e Fama representou um estudo significativo para a administração de caixa, pois os autores criaram um modelo com base no estudo da

programação linear. No modelo os custos são separados em custos de transação e custos de penalidade e carregamento (MELO, 2000). Os modelos anteriores foram desenvolvidos com base em estudos da teoria do estoque. O estudo foi publicado em 1968.

Nesse modelo quando a variável k é maior que a variável i ($k > i$) é sinal que está havendo falta de caixa. Caso a variável k seja igual a i ($k = i$) o saldo está ótimo. Se k estiver menor que i ($k < i$) é sinal de que está havendo um excesso de caixa.

A variável que demonstra o custo de transação é dada por t_i^k . Assim que ocorrer uma movimentação em caixa os custos serão apresentados por K_u e K_d , esses custos não dependem dos valores da transação. As variáveis C_u e C_d , demonstram os custos do volume transferido, seja para um obtenção de dinheiro ou então para uma aplicação (MELO, 2000).

A seguir são demonstradas as equações dos custos:

$$t_i^k = 0 \begin{cases} K_u + C_u (k - i) & \text{se } k > i; K_u, C_u \geq 0 \\ & \text{se } k = i \\ K_d + C_d (i - k) & \text{se } k < i; K_d, C_d \geq 0 \end{cases}$$

Há, ainda, o cálculo dos custos de penalidade onde $L(j)$ é a variável que representa a falta de dinheiro em caixa ($j \leq M$) ou a sobra de dinheiro em caixa ($j > M$). A variável j indica o saldo no final do período e a variável M representa o estado no qual o saldo é zero. C_p e C_h são os custos proporcionais de penalidade e carregamento (MELO, 2000).

A equação para obtenção dos custos de penalidade e carregamento, é a seguinte:

$$L(j) = \begin{cases} C_p (M - j) & \text{se } j \leq M \\ C_h (j - M) & \text{se } j > M \end{cases}$$

Para se obter o saldo ótimo quando houver insuficiência de recursos em caixa nesse caso $i \leq u$, o gestor deve elevar o saldo para U ($U > u$). Quando houver uma sobra dos recursos em caixa $i \geq d$, o saldo deve ser reduzido para D ($D < d$). Havendo saldo entre u e d , o gestor não precisa tomar ação alguma.

A figura abaixo indica as faixas de flutuação:

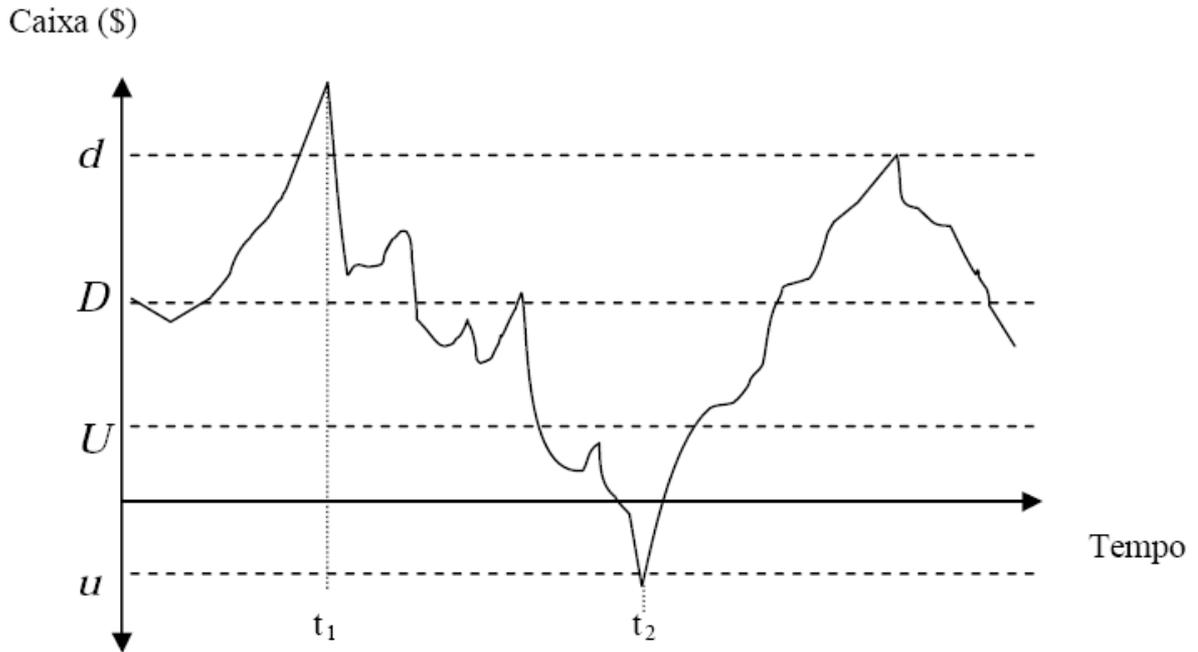


Figura 2. Faixas de flutuação do saldo

Fonte: MELO 2000, p. 24

O modelo de Eppen e Fama teve como principal objetivo de criar uma ferramenta que ajudasse os administradores a calcular os custos de transação das operações de caixa.

4 MODELO DE SALDO POR EXPECTÂNCIA (MSE)

O Modelo de Saldo por Expectância desenvolvido por Melo (2000), trabalha com dois fluxos (a) determinísticos e (b) estocásticos e também considera dois custos (a) custos de falta (CF) e (b) custos de excesso (CE).

O objetivo do modelo é calcular a variável de decisão por intermédio da média ponderada dos saldos. Baseados no resultado da variável de decisão administradores direcionam a retirada ou a alocação dos recursos de caixa.

O MSE considera os fluxos determinísticos conhecidos, visto que esses fluxos são de fácil identificação e há uma previsão de seus valores no futuro. Dificilmente esses fluxos sofrerão alguma alteração pelo fato de estarem diretamente ligados com a atividade da empresa. Por exemplo, a folha de pagamento dos funcionários, impostos, amortização de empréstimos, aquisição de matérias primas e recebimento de vendas a prazo.

Para iniciar a formulação do modelo é necessário identificar o valor do fluxo determinístico líquido de cada dia. Tal valor é calculado através das entradas e saídas diárias de caixa. Esse valor é representado por Q_t .

No que tange aos fluxos estocásticos, esses ao contrário dos determinísticos, não são conhecidos. Isso ocorre em virtude da dificuldade de previsão desses fluxos. No modelo eles são considerados como dados contínuos. Para isso intervalos são criados e neles são inseridos valores do fluxo estocástico líquido. Através da probabilidade o fluxo se encontrará entre um limite e outro.

Para cada intervalo encontra-se o limite inferior dado por $R_{n,t}$ e o limite superior dado por $R_{n+1,t}$. Para cada intervalo é calculada uma probabilidade, $P_{n,t}$. Essa probabilidade varia conforme os fluxos estocásticos são inseridos nos intervalos.

Os limites são $R_{1,t}$ (inferior) até $R_{2,t}$ (superior) = $R_{1 \leftrightarrow 2,t} = R_{1,t}$ para o intervalo $i = 1$. Para $i = 2$, O limite i é $R_{i,t} = R_{3 \leftrightarrow 4,t} = R_{3,t}$ até $R_{4,t}$. Para $i = 3$, $R_{i,t} = R_{5 \leftrightarrow 6,t} = R_{5,t}$

até $R_{6,t}$. O valor estocástico estará dentro um intervalo $R_{i,t}$, com $i = 1, 2, 3, \dots, N$, onde N representa o número de valores estocásticos. Para cada intervalo $R_{i,t}$ é atribuída a probabilidade $P_{i,t}(R_{i,t})$.

Os intervalos são demonstrados abaixo:

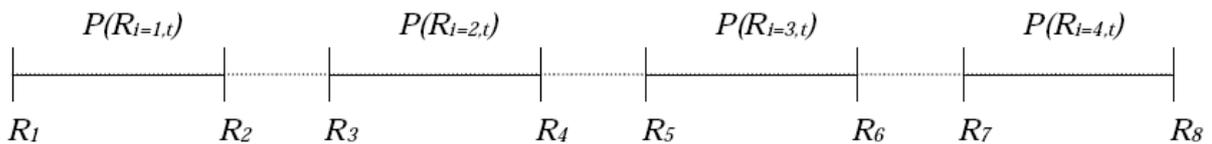


Figura 3. Intervalos e limites dos fluxos estocásticos líquidos

Fonte: MELO 2000, p. 49

O CF está relacionado ao saldo insuficiente de caixa da empresa. Quando não há dinheiro em caixa para cobrir com uma despesa, há um custo de obtenção desse dinheiro. Esses custos variam conforme o volume de dinheiro necessário. A empresa tem opção de recorrer a empréstimos bancários, captar dinheiro com a venda de debêntures, vender ativos, entre diversas outras opções. De qualquer forma a busca por recursos para cobrir a falta de caixa é onerada por custos, esses podem ser fixos ou variáveis.

No MSE os custos de falta são representados pela variável T_t . Todos os custos referentes a qualquer geração de caixa, de acordo com a particularidade da empresa, são conjugados nessa variável.

O CE é a rentabilidade que a empresa deixa de obter com as sobras de dinheiro em caixa. Essa rentabilidade poderia ser adquirida a partir da aplicação do dinheiro em fundos de curto prazo, ou da realização de investimento interno na empresa, como por exemplo, compra de equipamentos de tecnologia da informação. Investimentos como este tem sua particularidade, pois implicam no retorno a longo prazo. No entanto o modelo trabalha apenas com valores disponíveis de dinheiro a serem aplicados com a possibilidade de liquidez imediata.

No MSE a taxa de remuneração é designada por I_t . A taxa de retorno da aplicação é dada por B_t . Dessa forma o CE passa a ser representado por $I_t - B_t$.

4.1 Modulação do MSE

O Modelo de Saldo por Expectância é baseado em módulos identificados por um intervalo de fluxos estocásticos. Cada módulo possui um intervalo, a probabilidade de ocorrência, os fluxos líquidos determinísticos, os respectivos custos de falta e custos de excesso e o saldo final do dia anterior. Em cada módulo são representados os custos e os fluxos de caixa, sendo que a quantidade de intervalos criada varia conforme os saldos (MELO, 2000).

Abaixo identificamos o módulo representado pela equação:

$$0 = P_{i,t}(R_{i,t}) (SF_{t-1} + R_{i,t} + Q_t + E_t) \times \begin{cases} (I_{i,t} - B_{i,t}) & \text{se saldo positivo} \\ \text{ou} \\ (T_{i,t}) & \text{se saldo negativo} \end{cases}$$

Onde:

$P_{i,t}$ – Probabilidade de ocorrência intervalo $R_{i,t}$

SF_{t-1} – Saldo final do dia anterior

$R_{i,t}$ – Intervalo i do fluxo estocástico líquido

Q_t – Fluxo líquido conhecido (determinístico)

E_t – Variável de decisão

$I_{i,t}$ – Taxa de retorno de investimento não realizado

$B_{i,t}$ – Taxa de rentabilidade de sobras de caixa em banco

$T_{i,t}$ – Taxa de ônus por insuficiência de saldo

A equação fornece a resposta E_t do que deve ser feito. Solucionado E_t , esse mesmo valor representa o volume de caixa a ser retirado ou acrescentado.

Dessa forma, se o resultado de E_t for positivo significa que deve ser acrescentado dinheiro em caixa. Caso seja negativo, significa que deve ser retirado

dinheiro do caixa e imediatamente aplicado no investimento no qual gerou o custo de excesso I_t .

No intervalo i ocorre os fluxos estocásticos líquidos, onde a probabilidade $P_{i,t}$ será aplicada. Também será somado o valor esperado Q_t e a variável de decisão E_t . O valor do custo esperado incorrido em t é obtido pela multiplicação das taxas de CF ou CE. Para o equilíbrio da equação basta igualar o custo a zero, onde E_t assume esse valor.

No caso da soma dos fluxos estocásticos líquidos $R_{i,t}$ com o valor esperado Q_t seja positiva, deve ser aplicada no saldo a taxa $I_t - B_t$. Se for negativa deve ser aplicada a taxa T_t .

Foi apresentada a composição de um saldo diário de caixa com apenas um intervalo de ocorrência de fluxo estocástico líquido. No entanto, mais módulos podem ser agrupados, com objetivo de se chegar a uma realidade mais próxima. Tudo irá depender da necessidade da empresa. Para se chegar a essa realidade os fluxos estocásticos devem estar agrupados de modo que os módulos sejam contínuos com a finalidade de aperfeiçoar o MSE.

4.2 Formulação genérica do MSE

O MSE pode ser apresentado através da forma de equação recursiva de programação dinâmica. Pois quanto maior o saldo de caixa, o CF e CE atuam inversamente.

A formulação é apresentada da seguinte forma:

$$S_{i,t} = (SF_{t-1} + Q_t + R_{i,t} + E_t) \quad \begin{array}{l} t = t_0, \dots, +\infty \\ i = 1, 2, \dots, N \end{array}$$

S = Saldo intervalar *a priori*

SF = Saldo final *a posteriori*

$$\alpha_t = \exp(-T_t t)$$

T_t = Taxa de desconto

$$e \quad \gamma_t = \begin{cases} (I_t - B_t) & \text{se saldo} > 0 \\ \text{ou} \\ (T_t) & \text{se saldo} < 0 \end{cases}$$

E o custo total é minimizado através de:

$$C_t = \min \left\{ \sum_{i=1}^N \left[\int_{-\infty}^{\infty} \alpha_t(S_{i,t}) \gamma_{i,t} P(S_{i,t}) dS_{i,t} \right] \right\}$$

Onde:

$C_t = 0$ – Custo mínimo pretendido

N – Número de módulos

i – Intervalo

t – Período

α_t – Fator de desconto

$S_{i,t}$ – Expectância do saldo

$\gamma_{i,t}$ – Custo de falta ou excesso

P – Probabilidade

d – variável de decisão

Melo (2000) ressalva que é preciso ter precauções na mensuração das variáveis sendo necessário tomar cuidado com quais taxas terão maior peso na composição de I_t , B_t e T_t , para cada momento t . Essas variáveis podem apresentar diferentes custos na administração de caixa.

5 APLICAÇÃO DO MSE

O Modelo de Saldo por Expectância (MSE) foi aplicado em uma empresa Petroquímica no Brasil, com faturamento superior a um bilhão de reais ao ano. Os dados são reais e por este motivo o nome da empresa foi mantido em sigilo. A aplicação teve por objetivo analisar se o modelo reduz o custo total de gerenciamento de caixa.

Para a aplicação o MSE foi construído em quatro módulos:

$$\begin{aligned}
 &P_{1 \leftrightarrow 2, t} (SF_{t-1} + R_{1 \leftrightarrow 2, t} + Q_t + E_t) \gamma_t + && \text{módulo 1} \\
 &+ P_{3 \leftrightarrow 4, t} (SF_{t-1} + R_{3 \leftrightarrow 4, t} + Q_t + E_t) \gamma_t + && \text{módulo 2} \\
 &+ P_{5 \leftrightarrow 6, t} (SF_{t-1} + R_{5 \leftrightarrow 6, t} + Q_t + E_t) \gamma_t + && \text{módulo 3} \\
 &+ P_{7 \leftrightarrow 8, t} (SF_{t-1} + R_{7 \leftrightarrow 8, t} + Q_t + E_t) \gamma_t = 0 && \text{módulo 4}
 \end{aligned}$$

$$\text{Onde: } R_{a \leftrightarrow b, t} = \frac{R_{a, t} + R_{b, t}}{2}$$

$$\gamma_t = \begin{cases} (I_t - B_t) & \text{se saldo} > 0 \\ \text{ou} \\ (T_t) & \text{se saldo} < 0 \end{cases}$$

$R_{a \leftrightarrow b, t}$ – Fluxo estocástico

$P_{a \leftrightarrow b, t}$ – Probabilidade de ocorrência do intervalo $R_{a \leftrightarrow b, t}$

SF_{t-1} – Saldo final do dia anterior

Q_t – Fluxo determinístico

E_t – Variável de decisão

I_t – Taxa de remuneração do investimento não realizado

B_t – Taxa de rentabilidade de sobras de caixa em banco

T_t – Taxa do custo de falta

Iniciou-se o trabalho pela identificação dos fluxos determinísticos e estocásticos. Esses fluxos foram separados e analisados. Em seguida, todas as taxas do modelo foram identificadas com o objetivo de analisar todos os custos envolvidos.

A taxa de remuneração do investimento não realizado I_t foi inserida no modelo, assumindo valores aleatórios entre 0,00075% e 0,0015% ao dia. A taxa de rentabilidade de sobras de caixa em banco B_t assumiu valores aleatórios entre 0,0025% e 0,0075% ao dia. E, por fim, a taxa de custo de falta obteve valores aleatórios entre 0,000275% e 0,000850% ao dia.

Posteriormente, os fluxos estocásticos foram agrupados em quatro intervalos e separados diariamente. Para calcular a probabilidade de ocorrência, obteve-se a frequência de cada intervalo.

Para encontrar a decisão, dada por E_t , foi aplicada a seguinte equação:

$$C_t = \min \left[\sum_{i=1}^N P(R_{i,t}) (SF_{t-1} + Q_t + R_{i,t} + E_t) \gamma_t \right]$$

O fluxo líquido determinístico é designado por Q_t e representa o Saldo Anterior + Entrada ou Saída Esperada e a Ocorrência é o valor líquido estocástico que entrou ou saiu do caixa no dia posterior à decisão.

A aplicação do modelo na empresa em estudo permitiu identificar que os fluxos estocásticos, freqüentemente, nas segundas e terças-feiras sofrem uma variação maior ao serem comparados com os demais dias da semana. Isso ocorre devido aos pagamentos que são realizados nas segundas-feiras, acumulando datas de vencimento do final de semana. Enquanto a variação nas terças-feiras acontece devido à entrada de dinheiro em caixa no final do dia das segundas-feiras.

Ademais, verificou-se que nas sextas-feiras os saldos reais também são superiores, devido às saídas de dinheiro que irão ocorrer na segunda-feira seguinte.

Tabela 1. Simulação do modelo

Dia do mês	20/dez	21/dez	22/dez	23/dez	24/dez
<i>I</i> - Rent Oper	0,119%	0,133%	0,137%	0,124%	0,135%
<i>B</i> - Apl Fin Bc	0,06%	0,07%	0,04%	0,03%	0,07%
<i>T</i> - Tx Emp Bc	0,13%	0,11%	0,14%	0,12%	0,11%
Saldo Ant	438.067	-36.098	-877	8.416	9.464
E/S Esper	-24	-190	-1.509	-26	-740
<i>R</i> ₁	-53.903	-42.310	-56.996	-54.978	-46.067
<i>R</i> ₂	-28.672	-15.983	-40.465	-40.693	-34.550
<i>P</i> ₁₋₂	11,8%	5,9%	11,1%	5,6%	16,7%
<i>R</i> ₃	-28.672	-15.983	-40.465	-40.693	-34.550
<i>R</i> ₄	-3.441	10.345	-23.934	-26.407	-23.033
<i>P</i> ₃₋₄	11,8%	76,5%	0,0%	0,0%	5,6%
<i>R</i> ₅	-3.441	10.345	-23.934	-26.407	-23.033
<i>R</i> ₆	21.790	36.672	-7.403	-12.122	-11.517
<i>P</i> ₅₋₆	47,1%	5,9%	16,7%	5,6%	0,0%
<i>R</i> ₇	21.790	36.672	-7.403	-12.122	-11.517
<i>R</i> ₈	47.021	63.000	9.128	2.164	0
<i>P</i> ₇₋₈	29,4%	11,8%	72,2%	88,9%	77,8%
Ocorrência	-28.408	0	1.013	658	-325
<i>E</i> - Decisão	-445.733	35.410	9.789	415	7.799
Sdo MSE	-36.098	-877	8.416	9.464	16.197
Custo MSE	23,09	0,94	8,01	9,02	10,12
Sdo Real	407.395	414.361	405.491	381.524	409.058
Custo Real	223,70	252,63	386,08	363,68	255,47
	7690,20	3375,80	-7402,92	-8153,48	-12796,31

A aplicação do modelo gerou a redução de 96,67% nos custos de gerenciamento de caixa no período de dois meses.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O fluxo de caixa merece considerações específicas. O administrador financeiro julga a liquidez de sua empresa com base em uma coerente conjugação de tempo entre as entradas e saídas diárias de caixa.

O trabalho foi iniciado a partir da explicação da importância do fluxo de caixa como ferramenta na gestão financeira. Depois foram apresentados alguns modelos importantes na administração de caixa. E ao final aplicou-se o Modelo de Saldo por Expectância, no qual uma simulação foi realizada na empresa em estudo sendo demonstrada a economia do custo total de gerenciamento de caixa.

A rentabilidade da empresa é afetada pelos custos de transação. No atual ambiente no qual as informações são imperfeitas e o acesso a fontes de financiamento externo é restrito, o saldo disponível em caixa é relevante e deve apresentar sempre liquidez suficiente para que os compromissos sejam honrados.

No entanto, foi possível conhecer algumas razões e implicações para a reserva de caixa. Conseqüentemente esses fatores levam a buscar soluções para os problemas que os administradores financeiros se deparam com o caixa para obter uma liquidez eficiente.

O MSE tem como objetivo direcionar os administradores financeiros nas tomadas de decisão de caixa, visando à diminuição dos custos. O modelo apresenta a realidade de momentos futuros por meio de previsões e probabilidades de ocorrência.

Durante a aplicação do modelo, o mesmo foi eficiente ao trabalhar com todas as variáveis reais da empresa. Reduzindo as sobras e faltas de caixa. Analisando o modelo, a redução de 96,67% foi alcançada através da otimização dos saldos no decorrer do tempo.

O Modelo de Saldo por Expectância é um modelo que trabalha com os fluxos determinísticos e estocásticos e fornece a variável de decisão para cada dia examinado. Sendo assim, é um modelo atual e de fácil aplicação.

Diante da escassez de literatura referente ao assunto, o modelo é importante para futuros estudos sobre o saldo ótimo de caixa. Entretanto, mais testes podem ser aplicados com o objetivo de identificar oportunidades de melhoria para o modelo.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Heitor; CAMPELLO, Murillo; WEISBACH, Michael S. The cash flow sensitivity of cash. **The journal of finance**. v. 59, n. 4. p. 1777-1804. 2004.

BAUMOL, William. The Transactions Demand for Cash: An Inventory Theoretic Approach. **Quarterly journal of economics**. v. 66, n. 4. p. 545-556. 1952.

CAMPOS, Ademar. **Demonstração dos fluxos de caixa**: uma ferramenta indispensável para administrar sua empresa. São Paulo: Atlas, 1999.

EPPEN, Gary D.; FAMA, Eugene F. Solutions for cash-balance and simple dynamic portfolio problems. **Journal of business**. v. 41, n. 1. p. 94-112. 1968.

FREZATTI, Fábio. **Gestão do fluxo de caixa diário**: como dispor de um instrumento fundamental para o gerenciamento do negócio. 1. ed. – 8. reimpr. – São Paulo: Atlas, 2007.

HARFORD, Jarrad. Corporate cash reserves and acquisitions. **The journal of finance**. v. 54, n. 6. p. 1969-1997. 1999.

KHURANA, Inder K.; MARTIN, Xiunin; PEREIRA, Raynolde. Financial development and the cash flow sensitivity of cash. **Journal of Financial and Quantitative Analysis**. v. 41, n. 4. p. 787-807. 2006.

MELO, Marcos André Sarmiento. **Modelo de saldo por expectativa**. 2000. Dissertação de mestrado – Departamento de Administração da Faculdade de Estudos Sociais Aplicados, Universidade de Brasília, Brasília, 2000.

MIKKELSON, Wayne H.; PARTCH, M. Megan. Do persistent large cash reserves hinder performance? **Journal of Financial and Quantitative Analysis**. v. 38, n. 2. p. 275-294. 2003.

MILLER, Merton H.; ORR, Daniel. A model of the demand for money by firms. **Quarterly journal of economics**. v. 80, n. 3. p. 413-435. 1966.

ROSS, Stephen; WESTERFIELD, Randolph W.; JAFFE, Jeffrey F. **Administração financeira**. Tradução Antonio Zoratto Sanvicente. 2. ed. – São Paulo: Atlas, 2002.

VILLALBA, Guilherme Barsky; SOUSA, Almir Ferreira. **Modelos de administração de caixa** – análise empírica. jun. 2001. Disponível em <<http://www.ead.fea.usp.br/semead/55semead>>. Acesso em: 14 mar. 2008.