

Matheus Saccardo Gonçalves

Análise do método de Gauss como substituto dos principais sistemas de amortização no estudo da ocorrência de Anatocismo

Dissertação apresentada à Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, como requisito para obtenção do título de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Manoel Henrique Salgado

BAURU – SP

Novembro / 2010

Gonçalves, Matheus Saccardo.

Análise do método de Gauss como substituto dos principais sistemas de amortização no estudo da ocorrência de Anatocismo / Matheus Saccardo Gonçalves, 2010.

93 f.

Orientador: Manoel Henrique Salgado

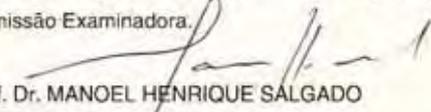
Dissertação (Mestrado)-Universidade Estadual

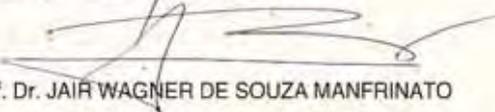
Paulista. Faculdade de Engenharia de Bauru, Bauru, 2010

1. Método de Gauss. 2. Anatocismo. 3. Sistemas de Amortização. I. Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Bauru. II. Título.

ATA DA DEFESA PÚBLICA DA DISSERTAÇÃO DE Mestrado de Matheus Saccardo Gonçalves, discente do Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, do(a) Faculdade de Engenharia de Bauru.

Aos 30 dias do mês de novembro do ano de 2010, às 09:00 horas, no(a) ANFITEATRO DA SEÇÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO, reuniu-se a Comissão Examinadora da Defesa Pública, composta pelos seguintes membros: Prof. Dr. MANOEL HENRIQUE SALGADO do(a) Departamento de Engenharia de Produção / Faculdade de Engenharia de Bauru, Prof. Dr. JAIR WAGNER DE SOUZA MANFRINATO do(a) Departamento de Engenharia de Produção / Faculdade de Engenharia de Bauru, Prof. Dr. ANTONIO ROBERTO BALBO do(a) Departamento de Matemática / Faculdade de Ciências de Bauru, sob a presidência do primeiro, a fim de proceder a arguição pública da DISSERTAÇÃO DE Mestrado de MATHEUS SACCARDO GONÇALVES, intitulado "ANÁLISE DO MÉTODO DE GAUSS COMO SUBSTITUTO DOS PRINCIPAIS SISTEMAS DE AMORTIZAÇÃO NO ESTUDO DA OCORRÊNCIA DE ANATOCISMO". Após a exposição, o discente foi argüido oralmente pelos membros da Comissão Examinadora, tendo recebido o conceito final: APROVADO. Nada mais havendo, foi lavrada a presente ata, que, após lida e aprovada, foi assinada pelos membros da Comissão Examinadora.


Prof. Dr. MANOEL HENRIQUE SALGADO


Prof. Dr. JAIR WAGNER DE SOUZA MANFRINATO


Prof. Dr. ANTONIO ROBERTO BALBO

Dedicado a todos que contribuíram nesta caminhada, ora apenas observando meus passos, ora me ajudando a caminhar: minha família, pais e irmão e a Silvia pelo apoio e carinho incondicional.

AGRADECIMENTOS

O maior agradecimento a fazer é a Deus, pela oportunidade de poder defender esta dissertação por uma renomada academia como a UNESP. Por colocar as pessoas certas nos momentos certos, colaborando para meu aprendizado científico e desenvolvimento humano.

Aos meus pais, que me educando por exemplos, me ensinaram os valores da vida. Com carinho e amor me deram todo o apoio para buscar meus sonhos. A vocês todo meu amor e gratidão eterna.

A Silvia, grande responsável por esta realização. Companheira de todos os momentos, nenhuma palavra pode expressar minha gratidão e amor. Muito obrigado.

As pessoas certas: Professor Doutor Manoel Henrique Salgado, por me mostrar os caminhos e possibilitar chegar ao final desta jornada, sua orientação acadêmica ficará sempre em minha memória; Prof. Dr. Jair Wagner de Souza Manfrinato e Prof. Dr. Antonio Roberto Balbo, pela valiosa contribuição neste trabalho.

Aos colegas de trabalho, pelo desafio de demonstrar cientificamente aquilo em que acreditamos, e por permitir que este sonho se tornasse realidade.

Agradeço a Universidade Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – UNESP e ao Departamento de Engenharia de Produção, da Faculdade de Engenharia (Câmpus Bauru) FEB.

RESUMO

A evolução econômica brasileira, impulsionada pelo aumento da oferta de crédito no varejo, tem trazido algumas divergências entre o agente conessor e o tomador de empréstimos. Observa-se, atualmente, um movimento engajado por mutuários de financiamentos imobiliários, que questionam, entre outras coisas, a cobrança de juros sob juros ou anatocismo, quando dos questionamentos legais sobre a liquidação de empréstimos por meio de parcelas periódicas. No julgamento da questão, alguns magistrados têm sentenciado a incorreção na utilização de métodos de amortização com evolução a juros compostos e sua substituição por sistemas de amortização, com evolução a juros simples, notadamente o método de Gauss. A partir destas constatações, o objetivo geral da presente contribuição acadêmica é avaliar o método linear ponderado, conhecido por método de Gauss, como sistema de amortização de dívidas, sua viabilidade econômica e seus impactos ao mercado financeiro, constituindo este documento instrumento de consulta para a sociedade. Para tanto, utiliza-se o gênero de pesquisa metodológica, quantitativa, não experimental, envolvendo a investigação de aspectos teóricos e aplicados, por simulação matemática, tratando de interesses locais. A insegurança jurídica instaurada pela falta de literatura específica à questão, fomentando decisões divergentes pelos magistrados, justifica o estudo, que busca uma contribuição original. O esforço acadêmico resultou em um instrumento que possibilite esclarecimento dos principais questionamentos observados e discute a adoção de modelos a juros simples na economia brasileira.

Palavras-chave: Método de Gauss, Anatocismo, Sistemas de amortização.

ABSTRACT

The evolution of the Brazilian Economy, powered by the increased offer of retail credit has brought some divergence between lenders and borrowers. Nowadays, a movement of real state loan borrowers is observed, where they legally question, among other things, the practice of charging interest on interest, or anatocism, concerning loan liquidations by means of periodic payments. When judging the matter, magistrates have sentenced the substitution of the amortization method of compound interest for systems where amortization happens by simple interest evolution, namely the Gauss Method. Thus, the main objective of this academic work is to assess the weighed linear method, known as Gauss Method, as debt amortization system, its economic viability and impacts on the financial market, providing an instrument of research for society. Therefore, the methodological research was quantitative, non-experimental, involving the investigation of theoretical and applied aspects, by mathematical simulation, dealing with local interests. The legal uncertainty installed by the lack of specific literature concerning the matter stimulates diverging decisions by magistrates, thus justifying this study, which for an original contribution. The academic effort resulted in an instrument that aims to clarify the main observed questionings and discusses the adoption of simple interest systems in the Brazilian economy.

Keywords: Gauss Method, Anatocism, Amortization Systems

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Comparativo da evolução de juros em regime simples e composto.....	21
Figura 2 – Exemplo de evolução do sistema de amortização Price.....	33
Figura 3 – Exemplo de evolução do Sistema de Amortização Constante - SAC	35
Figura 4 – Exemplo de evolução do Sistema de Amortização Misto - SAM	37
Figura 5 – Exemplo de evolução do Método Linear Ponderado - Gauss.....	42
Figura 6 – Regressão dos juros pelo Método de Gauss e pela poupança.....	83

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – SELIC e Juros Reais	16
Tabela 2 – Capitalização de taxas de juros.....	22
Tabela 3 – Planilha de fluxo para o sistema Price	33
Tabela 4 – Planilha de fluxo para o Sistema de Amortização Constante	35
Tabela 5 - Planilha de fluxo para o Sistema de Amortização Misto	36
Tabela 6 - Planilha de fluxo para o Método de Gauss.....	41
Tabela 7 – Evolução do sistema de amortização Price	48
Tabela 8 – VPL obtido pela descapitalização das prestações pelos métodos composto e simples - Price.....	49
Tabela 9 – Evolução do fluxo de pagamentos obtido através do sistema Price	51
Tabela 10 – Comparativo Sistema Price x Caderneta de Poupança	56
Tabela 11 – Evolução do Sistema de Amortização Constante	58
Tabela 12 – VPL obtido pela descapitalização das prestações pelo método composto e simples - SAC	59
Tabela 13 – Evolução do fluxo de pagamentos obtido através do sistema SAC	61
Tabela 14 – Comparativo Price e SAC	63
Tabela 15 – Evolução do Sistema de Amortização Misto.....	66
Tabela 16 – VPL obtido pela descapitalização das prestações pelos métodos composto e simples - SAM.....	67
Tabela 17 – Evolução do Sistema de Amortização Crescente	69
Tabela 18 - VPL obtido pela descapitalização das prestações pelos métodos composto e simples - SACRE.....	70
Tabela 19 – Evolução do Sistema de Amortização Americano	72
Tabela 20 - VPL obtido pela descapitalização das prestações pelos métodos composto e simples - SAA.....	73
Tabela 21 – Evolução do Método de Gauss	76
Tabela 22 – VPL obtido pela descapitalização das prestações pelo método composto e simples.....	77
Tabela 23 – Comparação das prestações, no modelo de juros simples, pela equivalência às datas “zero e dez”	79
Tabela 24 – Fluxo a partir da equivalência à data zero	79
Tabela 25 – Comparativo Método de Gauss X Poupança com saques.....	81
Tabela 26 – Comparação Método de Gauss X Poupança com saques – Taxas diferentes	82
Tabela 27 – Resumo dos exemplos aplicados aos métodos estudados.....	85
Tabela 28 – Evolução do saldo capitalizado no regime composto e simples	86

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
1.1. OBJETIVOS.....	13
1.1.1. Objetivo Geral	13
1.1.2. Objetivos Específicos.....	14
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	15
2.1. REGIMES DE CAPITALIZAÇÃO DOS JUROS.....	15
2.1.1. Juros reais.....	16
2.1.2. Juros Nominais	17
2.1.3. Juros Efetivos	17
2.1.4. Regime Simples de Juros.....	17
2.1.4.1. Regime de Capitalização Simples.....	18
2.1.5. Regime Composto de Juros.....	19
2.1.5.1. Regime de Capitalização Composta	19
2.1.6. Distinção entre os regimes de juros simples e compostos.....	21
2.1.7. Efeito do prazo sobre as taxas de juros.....	22
2.1.7.1. Capitalização Contínua	23
2.2. EQUIVALÊNCIA DE CAPITAIS	23
2.2.1. Equivalência de capitais a juros simples	24
2.2.2. Equivalência de capitais a juros compostos	25
2.2.3. Equivalência de fluxos de caixa.....	26
2.2.3.1. Linha do tempo	26
2.2.3.2. Valor Presente (PV)	26
2.2.3.2.1. Valor Presente Líquido (VPL).....	28
2.2.3.3. Taxa Interna de Retorno (TIR)	29
2.3. SISTEMAS DE AMORTIZAÇÃO DE EMPRÉSTIMOS	29
2.3.1. Sistema Price	31
2.3.2. Sistema de Amortização Constante – SAC	34
2.3.3. Sistema de Amortização Misto – SAM.....	35
2.3.4. Sistema de Amortização Crescente – SACRE	37
2.3.5. Sistema de Amortização Americano – SAA	38
2.3.6. Método Linear Ponderado – Método de Gauss.....	38
2.4. ASPECTOS LEGAIS	42
2.5. ANATOCISMO.....	43
3. MÉTODO DE PESQUISA	45
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES	46
4.1. SISTEMA PRICE	46
4.1.1. Regime de capitalização dos juros no sistema Price.....	47
4.1.2. Anatocismo na tabela Price	50
4.1.3. Análise de argumentos contrários à tabela Price.....	51
4.1.4. Taxas proporcionais <i>versus</i> taxas equivalentes	53
4.1.5. Comparativo entre um fluxo do sistema Price e uma poupança com saques	54
4.1.6. Presença da exponencial na fórmula do Sistema Price.....	56
4.2. SISTEMA DE AMORTIZAÇÃO CONSTANTE - SAC	56
4.2.1. Regime de Capitalização de juros no SAC.....	57
4.2.2. Anatocismo no Sistema de Amortização Constante	59

4.2.3. Questionamentos em relação ao Sistema de Amortização	60
4.3. COMPARATIVO ENTRE OS MÉTODOS SAC E PRICE	61
4.4. ANÁLISE DE OUTROS MODELOS	64
4.4.1. Sistema de Amortização Misto - SAM	64
4.4.2. Sistema de Amortização Crescente - SACRE	68
4.4.3. Sistema de Amortização Americano - SAA	71
4.5. MÉTODO LINEAR PONDERADO – MÉTODO DE GAUSS.....	74
4.5.1. Regime de capitalização dos juros – Método de Gauss	74
4.5.2. Método de Gauss aplicado em sistemas de amortização	79
4.5.3. Distorções à remuneração de ativos e passivos	79
4.5.4. Rendimento a custo zero	81
4.6. RELAÇÃO ENTRE SISTEMAS DE AMORTIZAÇÃO E CAPITALIZAÇÃO	84
4.7. OS IMPACTOS DA UTILIZAÇÃO DO MÉTODO SIMPLES DE AMORTIZAÇÃO.	86
5. CONCLUSÃO	89
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	91

1. INTRODUÇÃO

Tem-se observado uma sensível evolução do mercado consumidor, em termos de exigências e capacidade de discernimento, em praticamente todas as áreas econômicas. Essa evolução, quer venha do maior acesso à informação, quer seja da forte concorrência no mercado, gera inúmeros benefícios à economia. O consumidor, com todo seu poder, é muito mais capaz de analisar alternativas e pesar seus atos. Porém, em alguns pontos, tem-se características marcantes.

O Brasil tem um enorme déficit habitacional, um dos motivos do setor imobiliário ser um dos mais importantes para a nossa economia. É nesse segmento que se tem importantes discussões, ainda não esclarecidas, que devem ser estudadas.

Mediante uma contrapartida para quem cede, a cessão de uso de determinado bem, por um determinado período de tempo, é denominado aluguel. Existem varias formas de expressão desta atividade, porém, quando se aplica a algo mais específico, como dinheiro, a cessão de uso não gera mais a contrapartida com a mesma denominação. Quando o objeto em uso deixa de ser genérico e passa a ser específico: capital, a contrapartida passa a ter a denominação de JUROS. Esta denominação, intrinsecamente, trás uma carga pejorativa ao negócio. Quando se contrata o aluguel de um imóvel ou de um carro, a discussão não se aplica ao barato ou caro, simplesmente porque foi por vontade própria que o contraente buscou esta opção, pela conveniência e sem duvidar da idoneidade ou moralidade do contratado. Já no trato dos juros, a tonalidade salutar dá lugar à forma pejorativa, o sentimento de prejuízo à sociedade.

A característica é cultural, já que na cessão de uso, denominada aluguel, as partes discutem os detalhes antes da contratação até uma convergência de mútuo benefício. Já no trato da cessão de uso do capital, discutem-se, muito pouco, os detalhes da operação, antes da contratação, principalmente a taxa e a forma de liquidação; em consequência, abre-se um vasto campo para discussão. Sendo que parte desta cultura provém da grande massa da população que adquire bens em grandes magazines, que maquiando os juros, comercializam seus produtos a prazo como se não incidissem juros.

Assim, para a população em geral, o papel dos bancos, que se sustentam da contrapartida da cessão de um bem, é de malefício à sociedade, principalmente por desconhecer os métodos, as taxas aplicadas na operação e até mesmo a forma como será liquidado (sistema de amortização). A falta de conhecimento de custo de oportunidade e controle de seu próprio patrimônio, gera uma desconfiança que, muitas vezes, acaba nos tribunais.

Dáí, compreende-se a importância de entender e analisar as taxas e os métodos. Comparando a legislação vigente, pode-se esclarecer muitas dúvidas que, hoje, são discutidas judicialmente e que, se observadas e discutidas no ato da aquisição, evitariam grande parte das disputas.

Neste contexto de disputas judiciais, o que mais se tem visto é a questão da prática ilegal da cobrança de juros sobre juros, conhecida por anatocismo, vedada pela legislação vigente, sendo um grande número de argumentos de ambas as partes interessadas, em provar ou não sua prática. Nesta busca pelos argumentos que esclareçam sua aplicação, muitos conceitos matemáticos são distorcidos, por conveniência, ou não são corretamente interpretados, gerando maiores conflitos e divergentes decisões pelo judiciário.

Essas decisões divergentes põem em risco todo o nosso sistema financeiro, já que uma vez contratada, uma operação deve ser honrada e, caso se verifique a ilegalidade da operação, nem mesmo contratada deveria ser.

Assim, a proposta desta dissertação é discutir a ocorrência da prática do esquema de cobrança de juros sob juros, conhecido por anatocismo, nos principais sistemas de amortização utilizados no Brasil e avaliar o método linear ponderado, conhecido por Método de Gauss, como alternativa viável aos sistemas existentes.

1.1. OBJETIVOS

1.1.1. OBJETIVO GERAL

- Avaliar a viabilidade do Método de Gauss, aplicado a métodos de amortização de dívidas e como substituto dos principais sistemas utilizados no Brasil, no caso de ocorrência do anatocismo.

1.1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Caracterizar o regime de capitalização e desenvolver planilhas dos sistemas de amortização mais utilizados no mercado brasileiro;
- Discutir a existência da prática ilegal de juros sob juros, nos principais sistemas de amortização utilizados no Brasil;
- Avaliar o Método Linear Ponderado, como técnica alternativa à resolução dos sistemas existentes;
- Discutir a substituição de modelos a juros compostos, por modelos a juros simples e avaliar seus impactos na economia brasileira.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. REGIMES DE CAPITALIZAÇÃO DOS JUROS

Em nosso sistema econômico, cada transação, seja ela envolvendo capital, bens duráveis ou não duráveis, serviços, etc., tem a sua contrapartida, ou seja, o seu pagamento.

Para cada uma destas trocas, há uma denominação relativa ao processo que designa sua remuneração. Na locação de um imóvel, aluguel, no pagamento de um serviço prestado, honorário e no pagamento da cessão de uso do capital, juros.

Segundo Casarotto Filho e Kopittke (1996), os juros podem ser considerados como o preço da moeda ou da liquidez, sendo, portanto, o custo do capital ou o custo do dinheiro.

Puccini (1973) descreve juros como “dinheiro pago pelo uso de dinheiro emprestado”, ou ainda, “remuneração do capital empregado em atividades produtivas”.

Os juros são o principal elemento da matemática financeira, visto que nos permite transformar um valor de uma data para outra, possibilitando, dessa forma, a comparação do capital (KUHLEN E BAUER, 2001).

Neste sentido, o juro é também, um elemento fundamental da economia, pois, permite que acumuladores de capital possam dispor esse bem a indivíduos deficitários, mediante a um preço acordado. De outra forma, é possível ainda investir capital em algum bem, ou serviço, em que se acredite um retorno esperado, normalmente estimado em forma de taxa (de juros).

Ferreira (1993) esclarece o termo capitalizar como: “converter em capital”, “acumular”. Assim, o termo capitalização de juros denomina a forma como os juros serão calculados e adicionados ao capital inicial.

Pilão e Hummel (2004) ensinam que os juros podem ser classificados como: antecipados, postecipados, reais, efetivos, nominais, simples e compostos.

Os autores ainda explicam: “juros antecipados são aqueles cobrados no início de cada período, enquanto os juros postecipados são aqueles cobrados no final de cada período”.

Normalmente, o mercado privilegia a utilização dos juros postecipados e compostos, utilizados nos financiamentos imobiliários. Porém, algumas operações utilizam os juros antecipados, como é o caso do desconto de duplicatas.

Juros antecipados são ainda conhecidos por juros vencidos ou anuidades vencidas; e os juros postecipados são conhecidos por juros ou anuidades ordinárias.

2.1.1. Juros reais

Hoji (2001) explica que pode haver diferença entre inflação estimada e efetiva e, quando a taxa de juros bruta é maior que a inflação do período de capitalização, diz-se que a taxa de juros real é positiva; em caso contrário, é negativa.

A taxa de juros reais exclui o efeito da inflação, que diminui o poder de compra da moeda, conforme pode-se observar na Tabela 1.

Tabela 1 – SELIC e Juros Reais

Mês	SELIC	Taxa Básica - Juros Reais
JAN/10	8,75	4,16
FEV/10	8,75	3,92
MAR/10	8,75	3,58
ABR/10	9,5	4,24
MAI/10	9,5	4,28
JUN/10	9,5	4,66
JUL/10	9,5	4,66

Fonte: Bacen, 2010.

2.1.2. Juros Nominais

“A taxa nominal é a taxa de juros contratada em uma operação financeira”. (HOJI, 2001). É a taxa calculada com base no valor nominal da aplicação ou do empréstimo, ou seja, com base no valor explicitado no título ou no contrato.

2.1.3. Juros Efetivos

“A taxa efetiva é a taxa de juros do período de capitalização que, efetivamente, será aplicada sobre o capital, independente da taxa nominal”. (HOJI, 2001)

Em relação à taxa contratada (nominal), a taxa efetiva é aquela que realmente incide na operação. Tal diferença ocorre em algumas operações contratadas no regime composto, com taxas de juros expressas em períodos diferentes dos efetivamente aplicados (contratada taxa de 6% ao ano que terá aplicação mensal), gerando, dessa forma, uma diferença na taxa devido ao maior número de capitalizações por período de aplicação.

De outra forma, quando o período de aplicação da taxa de juros é igual ao período contratado, a taxa nominal e efetiva serão iguais.

2.1.4. Regime Simples de Juros

Hoji (2001) conceitua que existem juros simples “quando os juros são calculados sobre o capital inicial, proporcionalmente ao número de capitalização”. Assim, juros simples é a incidência de uma taxa simples, ou linear, sob o capital inicial.

Fórmula básica dos juros simples:

$$J = C * i * n \quad (1)$$

Onde: J = Juros; C = Capital; i = Taxa e n = períodos.

A acumulação do capital e juros é denominada montante (M):

$$M = C + J \text{ ou } M = C * (1 + i * n) \quad (2)$$

2.1.4.1. Regime de Capitalização Simples

Regime que apresenta baixa complexidade, onde os juros de cada período não são incorporados ao saldo devedor, não incorrendo assim na capitalização dos juros. O índice de juros é aplicado diretamente ao principal, conforme os autores relacionados o definem:

- Para Francisco (1985) “O juro é chamado simples quando produzido unicamente pelo capital inicial”;
- Puccini (2006), na capitalização simples “os juros de cada período são sempre calculados em função do capital inicial (principal) aplicado. Os juros não são somados ao capital para o cálculo de novos juros nos períodos seguintes”;
- Francisco (1985) ainda esclarece que para o regime simples “os juros são todos iguais, pois são calculados sobre o mesmo valor, que é o capital inicial. Podem ser retirados no final de cada mês ou no fim de quatro meses; o total será o mesmo”;
- Simonsen & Ewald (1990) afirmam que os juros simples “só servem numa circunstância especial: quando os juros são pagos período a período”;
- Puccini (2006) ainda esclarece que “o regime de juros simples é totalmente incorreto e que nunca deve ser utilizado como ferramenta de análise de fluxo de caixa”

a) Classificação de taxas em capitalização simples

Podem ser classificadas em proporcionais ou equivalentes, porém, no regime simples de juros, taxas proporcionais são igualmente equivalentes.

As taxas são apresentadas sob a forma unitária ou sob a forma percentual.

2.1.5. Regime Composto de Juros

Conforme Hoji (2001) explica, “no regime de juros compostos, os juros produzidos em cada período de capitalização são integrados ao capital constituído no início dos respectivos períodos, para produzirem novos juros nos períodos seguintes, ou seja, no regime de juros compostos, incidem juros sobre o capital inicial e sobre os próprios juros”.

A fórmula de cálculo dos juros segue a seguinte lógica:

$$\text{Período 1} \rightarrow J1 = (C * i)$$

O Montante no final de determinado período é obtido pela soma do capital no início desse período, com os juros decorrentes.

$$\text{Montante 1} \rightarrow M1 = C + (C * i) = C * (1 + i)$$

$$\text{Montante 2} \rightarrow M2 = C * (1 + i) + C * (1 + i) * i = C * (1 + i) * (1 + i) = C * (1 + i)^2$$

$$\text{Montante } n \rightarrow Mn = C * (1 + i)^n$$

Sendo que o juros é a diferença entre Montante e Capital:

$$J = M - C$$

$$Jn = Mn - C$$

$$Jn = C * (1 + i)^n - C$$

$$Jn = C * [(1 + i)^n - 1] \tag{3}$$

2.1.5.1. Regime de Capitalização Composta

Regime onde uma taxa incide sob o principal, gerando juros que são incorporados e produzem novos juros no período seguinte, conforme conceituam os autores:

- Casarotto Filho e Kopittke (1996) ensinam que na capitalização composta, “depois de cada período de capitalização, os juros são somados à dívida anterior e passam a render juros no período seguinte. Tudo se passa como se a cada período fosse renovado o empréstimo, mas no valor do principal, mais os juros relativos ao período anterior”;

- Puccini (2006) esclarece que na capitalização composta “os juros de cada período são somados ao capital, para o cálculo de novos juros nos períodos seguintes. Os juros são capitalizados e, conseqüentemente, rendem juros”;
- Vieira Sobrinho (2000) define: “capitalização composta é aquela em que a taxa de juros incide sobre o capital inicial, acrescido dos juros acumulados até o período anterior. Neste regime de capitalização, o valor dos juros cresce em função do tempo”;

Importante observar na definição dos autores que a capitalização de juros existe pelo fato de serem incorporados ao capital e não isolados ou pagos como na capitalização simples. Esta característica recebe o nome de juros sobre juros, justamente pelo fato de a taxa de juros incidir num principal que já contém juros.

a) Classificação de taxas

Pode ser analisada sob o enfoque do prazo ou sob o enfoque de emprestado (ou aplicado) e pago (ou resgatado).

- i. Taxas equivalentes: referidas ao mesmo capital, em tempos iguais, porém com capitalização de juros em períodos diferentes, produzindo o mesmo efeito. Exemplo: 10% ao ano ou 4,88 ao semestre; sendo utilizada a fórmula: $ik = \sqrt[k]{1+i} - 1$, onde k é a quantidade de vezes que a taxa que se pretende encontrar, ocorre no período.
- ii. Taxas proporcionais: guardam proporções aos prazos (6% ao ano e 3% ao semestre).

b) Formas de apresentação da taxa

Pode ser na forma percentual ou unitária e nominal ou efetiva.

- i. Efetiva: Segundo Puccini (2006), “taxa efetiva é a taxa de juros em que a unidade referencial de seu tempo coincide com a unidade de tempo dos períodos de capitalização”.
- ii. Nominal: Mathias e Gomes (1984) ensinam que “tem-se uma taxa de juros nominal, quando o prazo de formação e incorporação de

juros ao capital inicial, não coincide com aquele a que a taxa se refere. Neste caso, é comum adotar-se a convenção de que a taxa por período de capitalização seja proporcional à taxa nominal”.

2.1.6. Distinção entre os regimes de juros simples e compostos

A respeito das diferenças, Brealey e Myers (1992) explicam:

“Existe uma importante diferença entre juros compostos e juros simples. Quando o dinheiro é investido a juros compostos, os juros vencidos são reinvestidos para obter mais juros nos períodos seguintes. Em contrapartida, a oportunidade de ganhar juros sobre juros não existe num investimento que proporcione apenas juros simples”.

Novamente a definição do autor nos traz a necessidade da incorporação dos juros vencidos ao capital, para a ocorrência da capitalização de juros.

A Figura 1 permite acompanhar a evolução dos juros de acordo com cada regime simulado. Pode-se verificar que o regime simples é um sistema linear, enquanto o regime composto segue um sistema não linear, definido por funções exponenciais.

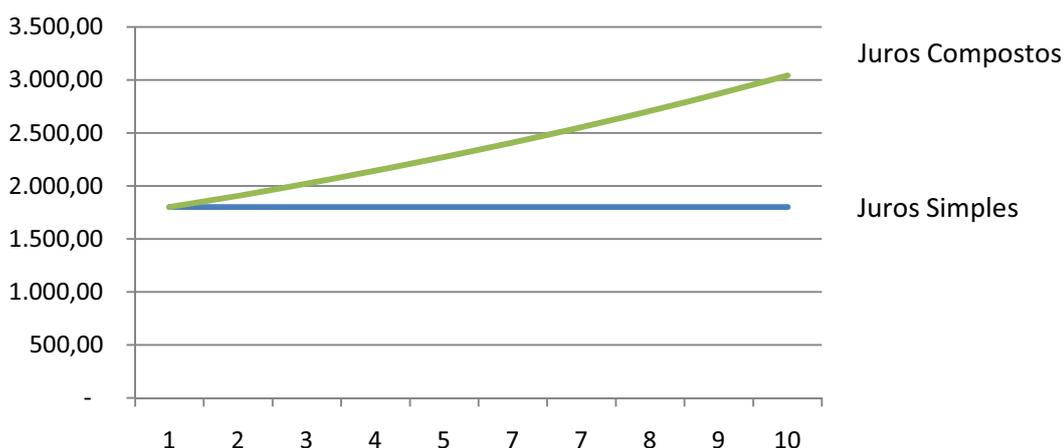


Figura 1: Comparativo da evolução de juros em regime simples e composto.

Vale destacar que a Figura 1 se refere a um sistema de capitalização e não a um sistema de amortização, tendo em vista que não houve nenhuma amortização ou pagamento durante os períodos da operação.

Nota-se, também, que no primeiro período, o valor calculado de juros, em ambos os regimes, é igual. Isso ocorre por ser o único período onde não há incorporação de juros ao capital, no regime de capitalização composto.

2.1.7. Efeito do prazo sobre as taxas de juros

Observa-se, tanto em textos na *internet*, quanto em despachos de alguns magistrados brasileiros, afirmações de que o fato de uma taxa anual ser capitalizada mensalmente, aumenta o custo do capital de maneira exorbitante.

Quando o período da taxa de juros não corresponde com o período em que ela é capitalizada, existe uma diferença entre o índice informado (nominal) e o real (efetivo).

Desta forma, quanto maior o número de capitalizações, maior será a taxa efetiva. Capitalizando 1% ao mês, de hora em hora, ter-se-ia uma taxa efetiva de 1.005%; se capitalizado, de segundo em segundo, tem-se 1,00501% (GARRITY, 2000).

Na Tabela 2, uma taxa nominal de 12% ao ano é capitalizada por diversos períodos, até atingir o limite da capitalização contínua.

Tabela 2 – Capitalização de taxas de juros

Período de Capitalização	Ano	Semestre	Quadrimestre	Trimestre	Mensal	Diária	Contínua
Taxa efetiva	12,00%	12,36%	12,48%	12,55%	12,68%	12,74%	12,74%
Varição (pontos perc.) em relação ao período anterior		0,36	0,12	0,064	0,13	0,06	0,0022
Varição(%) em relação ao período anterior		3,00%	1,02%	0,51%	1,04%	0,51%	0,017%

Fonte: Adaptado de Rezende (2003).

Quanto à periodicidade da capitalização, por mais que se capitalize a taxa de 12% ao ano, ela terá o limite de 12,74%.

Quanto à relação entre taxa de juros e o tempo, a única influência que este terá, é no montante a ser pago. Uma operação liquidada no prazo de 1 mês, terá um montante diferente de uma operação semelhante liquidada após

100 meses. Nesta situação, o volume de juros pagos é maior, devido ao prazo; porém, nas duas situações, o custo do capital é o mesmo.

2.1.7.1. Capitalização Contínua

Assaf Neto (2001) define que “a capitalização contínua é um regime que se processa em intervalos de tempo bastante reduzidos – caracteristicamente em intervalo de tempo infinitesimal – promovendo grande frequência de capitalização”.

Assim, capitalização contínua é a operação em que o capital sofre majoração em períodos infinitesimais. Porém, apesar do maior número de capitalizações elevar a taxa efetiva, esse aumento tende a um limite.

Considera-se n um período fixo, subdividido em m períodos, com m tendendo para o infinito. A Taxa proporcional é dada por i/m , resultando o montante:

$$M = C * \lim_{m \rightarrow \infty} \left[\left(1 + \frac{i}{m} \right)^m \right]^n = C * e^{i*n}$$

No caso, utilizou-se o fato de que o limite fundamental $\lim_{x \rightarrow 0} (1 + x)^{1/x}$, é igual a constante “e”. Fazendo-se $\frac{1}{m} = P$, então, $m = \frac{1}{P}$. Assim, tem-se que para $m \rightarrow \infty$, então, $P \rightarrow 0$. Com essa mudança de variável no 1º limite e considerando-se o limite fundamental, obtém-se:

$$M = C * \lim_{p \rightarrow 0} [(1 + i * P)^{1/p}]^n = C * e^{i*n}$$

2.2. EQUIVALÊNCIA DE CAPITAIS

A questão do valor do dinheiro no tempo é fundamental no estudo dos aspectos matemáticos da finança.

Puccini (2006) observa que a Matemática Financeira está diretamente ligada ao valor do dinheiro no tempo, que está interligado à existência de taxa de juros e preceitua os mandamentos fundamentais dessa ciência: (a) valores de uma mesma data são grandezas que podem ser comparadas e somadas algebricamente; (b) valores de datas diferentes são grandezas que só podem

ser comparadas e somadas algebricamente, após serem movimentadas para uma mesma data, com a correta aplicação de uma taxa de juros.

Seguindo a mesma linha, Mathias e Gomes (2002) esclarecem que: “dois ou mais capitais, com datas de vencimento determinadas, são equivalentes, quando levados para uma mesma data focal, à mesma taxa de juros, tiverem valores iguais”.

Segundo Demodaran (2002), três razões sustentam a afirmação de que um real, no futuro, não equivale o mesmo que um real no passado (preferência pela liquidez):

1. As pessoas preferem consumo presente a consumo futuro. Obviamente, existe um preço por essa preferência e a ela é denominada taxa de juros.
2. Quando há inflação monetária, o valor da moeda se reduz com o tempo. Inflação é a perda do poder aquisitivo do dinheiro, talvez o mais influente argumento que sustenta a afirmação acima.
3. Qualquer incerteza (risco) associada ao fluxo de caixa, no futuro, reduz seu valor. Exatamente pelo risco da perda.

A preferência por possuir um capital, hoje, e não no futuro, é a possibilidade de investimento desse capital e conseqüente manutenção de seu valor econômico, sua liquidez e controle do risco exposto.

É entendido que a soma de capitais em períodos financeiros diferentes não é correta na matemática financeira, levando-se em conta o valor do dinheiro no tempo. Dessa forma, somente existe base de comparação, quando valores são confrontados na mesma data. Ratificando a importância do estudo da equivalência de capitais para os objetivos deste documento.

2.2.1. Equivalência de capitais a juros simples

Na equivalência de capitais a juros simples, existem divergências entre muitos autores, em relação à data focal, ou seja, à data de comparação dos fluxos.

Assaf Neto (2001) relata que “na prática, a definição da data focal em problemas de substituição de pagamentos, no regime de juros simples, deve ser decidida naturalmente pelas partes, não se verificando um posicionamento

técnico definitivo da Matemática Financeira”; relata, ainda, que “na questão da equivalência financeira em juros simples, é importante ressaltar que os prazos não podem ser desmembrados (fracionados), sob pena de alterar os resultados”. Esse argumento se sustenta pelo fato de que os juros são admitidos como sendo formado no fim do período de aplicação; dessa forma, não pode ser cindido (MATHIAS E GOMES,1984).

Divergindo dos autores acima, Francisco (1985) “ao estudar juros e descontos simples, viu que dois ou mais capitais, realizáveis em datas distintas, são equivalentes se, na época, seus valores atuais (data zero) forem iguais”.

Faro (1989) afirma que na capitalização simples “como o prazo de aplicação é não cindível, capitais equivalentes, em determinada data, não serão equivalentes em outra data”, e conclui que embora pareça coerente utilizar-se a data em que se efetua a proposta (data zero), o credor busca uma data em que se maximize seus pagamentos e o devedor aquela que o minimiza.

Conforme exposto, não existe um consenso quanto à data a se proceder equivalência. Neves (1982) faz a seguinte conclusão: “Como na maioria dos problemas, a época de referência não está claramente determinada, deve-se evitar o uso do conceito de equivalência, na solução de problemas a juros simples, a menos que esteja bem definido”.

2.2.2. Equivalência de capitais a juros compostos

Diferentemente da equivalência a juros simples, a equivalência a juros compostos tem sua definição mais clara.

Mathias e Gomes (2002) definem que “dois ou mais valores nominais, equivalentes sob o critério juros compostos, em uma certa data focal, são equivalentes em qualquer data focal”.

Com o mesmo raciocínio, Assaf Neto (2001) confirma: “Registre-se, uma vez mais, que a equivalência financeira, no regime de juros compostos, para dada taxa de juros, pode ser verificada em qualquer momento tomado como referência (data focal)”.

Assim, é conclusivo que a juros compostos, a equivalência pode ser procedida a qualquer data focal, tendo em vista, que se deve retornar o mesmo resultado.

Faro (1989) pontua equivalência entre juros simples e compostos:

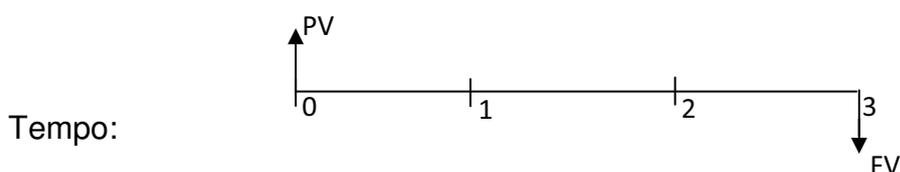
- Em juros simples, como o prazo não é fracionável, capitais equivalentes em determinadas datas podem não o ser em outras.
- Já nos juros compostos, quando utilizado o desconto composto (dado pela diferença entre o valor futuro de um título e o seu valor atual), dado que pode haver fracionamento do prazo, capitais equivalentes em uma data serão também, em outra.

2.2.3. Equivalência de fluxos de caixa

2.2.3.1. Linha do tempo

O primeiro passo para clarificar a equivalência, é traçar uma linha do tempo, demonstrando as entradas e saídas do fluxo.

Puccini (2006) esclarece que “dois ou mais fluxos de caixa são equivalentes a uma determinada taxa de juros, se seus valores presentes (PV), calculados com essa mesma taxa de juros, forem iguais”



O tempo 0 é hoje, o tempo 1 é um período a partir de hoje e, assim, por diante. O PV (*Presente Value*), ou valor presente, representa o capital aplicado na data focal, neste caso zero. O FV (*Future Value*) ou valor futuro é o valor final de um título ou o valor futuro de determinada operação.

2.2.3.2. Valor Presente (PV)

Para Gitman (2002), “o valor presente é o valor atual de um montante futuro em unidades monetárias – o capital que poderia ser investido, hoje, a uma dada taxa de juros, durante um período especificado para se igualar ao montante futuro”. O autor se baseia no conceito de que o capital tem mais valor hoje, de que o mesmo capital recebido daqui a algum tempo.

O encontro do valor presente se dá pela necessidade de comparação em instantes equivalentes. Esta comparação permite encontrar a taxa de retorno do projeto avaliado, que também, é conhecida por taxa de desconto, custo de capital ou custo de oportunidade.

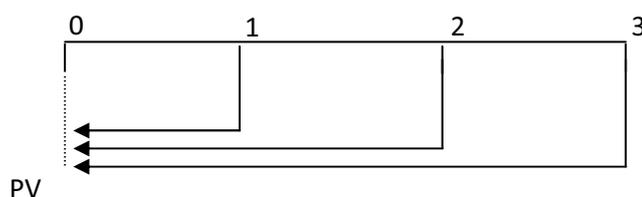
O valor presente de um fluxo a juros compostos pode ser encontrado pela fórmula:

Dada uma série de pagamentos:

$$PV = \frac{Pmt_1}{(1+i)} + \frac{Pmt_2}{(1+i)^2} + \dots + \frac{Pmt_n}{(1+i)^n}$$

A partir de um valor futuro:

$$PV = \frac{FV}{(1+i)^n}$$



Assim como o valor presente a juros compostos está relacionado à fórmula de juros compostos, o PV de juros simples está relacionado à fórmula de juros simples:

A partir de uma série de pagamentos:

$$PV = \frac{Pmt_1}{(1+i*1)} + \frac{Pmt_2}{(1+i*2)} + \dots + \frac{Pmt_n}{(1+i*3)}$$

A partir de um valor futuro:

$$PV = \frac{FV}{(1+i*n)}$$

Em ambos os regimes, é fácil observar que o método descapitaliza ou desconta, por n períodos para o encontro do seu valor presente e consequente possibilidade de comparação da operação que é mais vantajosa.

2.2.3.2.1. Valor Presente Líquido (VPL)

O valor presente líquido de um fluxo representa a diferença entre o valor presente das entradas de caixa e o valor presente das saídas de caixa, descontadas ou descapitalizadas a uma determinada taxa de juros (REZENDE, 2003).

Segundo Puccini (2006), “o Valor Presente Líquido de um fluxo de caixa é igual ao valor presente de suas parcelas futuras - que são descontadas a uma determinada taxa - somado algebricamente com a grandeza colocada no ponto zero”

Dessa forma, em qualquer instante que se levem as entradas e saídas, descontado a taxa contratada, o valor presente líquido pode auxiliar na conclusão da viabilidade (VPL positivo) ou inviabilidade (VPL negativo) de uma operação.

→Regime simples:

A partir de um valor futuro (FV):

$$VPL = C - \frac{FV}{(1 + i * n)} \quad (4)$$

A partir de um fluxo de pagamentos (Pmt_n):

$$VPL = C - \frac{Pmt_1}{(1 + i * 1)} + \frac{Pmt_2}{(1 + i * 2)} + \dots + \frac{Pmt_n}{(1 + i * 3)} \quad (5)$$

→Regime composto:

A partir de um valor futuro (FV):

$$VPL = C - \frac{FV}{(1 + i)^n} \quad (6)$$

A partir de uma série de pagamentos (Pmt_n):

$$PV = C - \frac{Pmt_1}{(1 + i)} + \frac{Pmt_2}{(1 + i)^2} + \dots + \frac{Pmt_n}{(1 + i)^n} \quad (7)$$

2.2.3.3. Taxa Interna de Retorno (TIR)

A taxa interna de retorno trata-se de uma técnica sofisticada de avaliação de alternativas de investimento.

Gitiman (2002) a define como “a taxa de desconto que iguala o valor presente das entradas de caixa ao investimento inicial referente a um projeto”.

A TIR pode ser calculada, utilizando um *software*, uma calculadora ou por tentativa e erro. Neste trabalho, será utilizada a calculadora financeira HP 12C, para cálculos no regime composto (função IRR) e tentativa e erro nos casos a juros simples.

A método de cálculo da TIR obedece a seguinte forma, para $VPL=0$.

$$VPL = Investimento\ Inicial + \sum_{t=1}^N \frac{Pmt}{(1 + TIR)^t}$$

Brigham, Gapenski e Ehrhardt (2001) explicam por que é importante a taxa de desconto igualar o custo do projeto ao valor presente de suas entradas:

1. A TIR de um projeto é sua taxa de retorno esperada.
2. Caso a TIR exceda o custo dos fundos usados para financiar o projeto, o excedente resultante é destinado aos acionistas da empresa.
3. Empreender um projeto em que a TIR excede o custo do capital, rende lucro aos acionistas. De maneira inversa, se a TIR é inferior ao custo, provoca prejuízo.

Desta forma, o cálculo da TIR permite avaliar se um projeto é viável em relação a lucro/prejuízo e ainda em relação à taxa de retorno do investimento.

2.3. SISTEMAS DE AMORTIZAÇÃO DE EMPRÉSTIMOS

Brigham, Gapenski e Ehrhardt (2001) trazem em sua obra, que a palavra amortizar vem do latim *mors*, que significa morte, de forma que um empréstimo amortizado é aquele que é “morto” ao longo do tempo. Ferreira (1993) define amortizar como “extinguir (dívida) aos poucos”.

Desta forma, pode-se entender que um sistema de amortização se trata de um fluxo de pagamentos destinados a liquidar um empréstimo.

Veras (1991) corrobora com o entendimento: “as formas de pagamento dos empréstimos são chamadas sistemas de amortização”. Neves (1982) ainda complementa que “num sistema de financiamento, a série de pagamentos a ser realizada para a liquidação da dívida, será financeiramente equivalente ao valor da dívida, à taxa de juros do empréstimo”

Chaves (2009) descreve três importantes critérios para caracterizar um sistema de amortização:

1. O valor de cada prestação, quando previstas amortizações periódicas, é formado por duas parcelas: uma delas é a devolução do principal ou parte dele, denominada amortização e a outra parcela são os juros que representam o custo do empréstimo.
2. Os juros de cada prestação são calculados sobre o saldo devedor do empréstimo, verificado no período imediatamente anterior, apurado com base na taxa de juros contratada.
3. Havendo capital e juros vencidos, o pagamento imputar-se-á, primeiro, nos juros vencidos e depois, no capital, de acordo com as regras da matemática financeira.

Ayres Jr. (1981) destaca que é importante elaborar uma tabela de amortização, que indique a cada pagamento, a parte que pertence aos juros e à amortização.

Mathias e Gomes (2002) afirmam que:

“nos sistemas de amortização a serem estudados, os juros serão calculados sempre sobre o saldo devedor. Isto significa que consideraremos apenas os regimes de juros compostos; pois se os juros são calculados desse modo, o não pagamento de juros de um dado período, levará a um saldo devedor maior, sendo calculado juros sobre juros”.

Os sistemas estudados pelos autores são: Price, Sistema de Amortização Constante, Sistema de Amortização Misto e outros.

Vale lembrar que a atualização monetária, que visa proteger o capital dos efeitos da inflação, não faz parte do sistema de amortização, sendo tratado

como variável externa, não refletindo no custo do capital, afetando o custo efetivo da operação.

Assaf Neto (2001) destaca:

“uma característica fundamental dos sistemas de amortização estudados, é a utilização exclusiva do critério de juros compostos, em razão de a taxa de juros incidir exclusivamente sobre o saldo devedor (montante), apurado em período imediatamente anterior”.

Os sistemas estudados pelo autor são: Sistema de Amortização Constante (SAC), Sistema de Amortização Francês (SFA), Sistema de Amortização Americano (SAA) e Sistema de Amortização Misto (SAM).

Diferentemente, Faro (1989) alerta que:

“sendo os juros calculados período a período, e como para um período não há diferença entre a capitalização simples e composta, tudo se passa como se o capital fosse emprestado à taxa i de juros simples”.

Neste ponto, o autor considera que a cada período, os juros são calculados, seguindo uma evolução de juros simples.

Penna (2007) afirma que, juridicamente, capitalização é a incidência de juros sobre juros e que em todos os sistemas de amortização, em que os juros forem pagos periodicamente, não há incorporação deles ao saldo devedor; conseqüentemente, não há cobrança de juros sobre juros.

Pode-se observar a latente divergência de opiniões entre os autores citados. O regime de capitalização aplicado e a incidência do juros sobre juros são as principais discussões, sendo estes, pontos fundamentais do objetivo deste trabalho.

2.3.1. Sistema Price

O sistema Price, mais discutido e utilizado no Brasil, é assim conhecido devido ao seu criador, o fazendeiro, ministro religioso Calvinista, disciplinador e puritano, Richard Price.

Mais conhecido pela sua veia teológica e filosófica que pelos seus teoremas, em 1769, a pedido da seguradora inglesa Equitable Society, publicou sua mais famosa obra: *Northampton Mortality Table*, posicionando de

forma estatística a probabilidade de vida e morte da população local (NOGUEIRA, 2002).

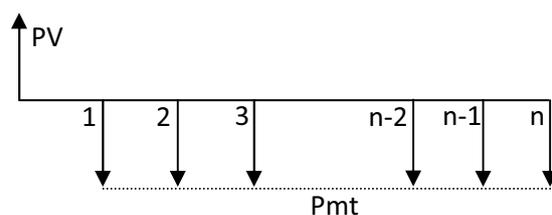
Fundamentado nas tábuas de mortalidade, em 1771, Richard Price publica a obra *Observations on Revisionary Payments* que, dentre várias explanações sobre aritmética e estatística, traz principalmente as tabelas de juros compostos. Nesta publicação, expõe sua metodologia para o sistema de pagamentos periódicos e a fórmula que produz a recuperação do capital.

Comumente igualado ao Sistema Francês de Amortização (SFA), na verdade é apenas uma variante deste, em que, a diferença básica consiste no sistema de Price trabalhar com taxas proporcionais e o SFA, com taxas equivalentes.

Neste sistema, as prestações (Pmt) são constantes e compostas de duas parcelas: amortização e juros. Os juros (i), de determinado período (n), são calculados, aplicando-se à taxa, ao saldo devedor do período anterior (n-1). A amortização (A) é obtida, subtraindo a parcela de juros da prestação. O saldo devedor é conhecido pela diferença do saldo anterior pela parcela de amortização. Sendo que neste sistema, o contraente paga nas parcelas iniciais, valores maiores de juros e menores de amortização, comparados a outros sistemas, como o Sistema de Amortização Constante (SAC). Para o cálculo da prestação (Pmt), tem-se a seguinte fórmula, onde C é o valor financiado (capital):

$$Pmt = C * \left[\frac{(1 + i)^n * i}{(1 + i)^n - 1} \right] \quad (8)$$

O fluxo de caixa de um empréstimo de valor igual a PV (valor presente), liquidado em n (períodos) prestações periódicas e constantes, com remuneração a uma taxa i, é representado.



O fluxo representado tem parcela constante (Pmt), com a primeira prestação paga no final do primeiro período, tratando-se de uma série postecipada.

A planilha do fluxo é elaborada conforme a Tabela 3.

Tabela 3 – Planilha de fluxo para o sistema Price

n	Pmt	Amortização	Juros	Saldo Devedor
0				$SD_0 = PV$
1	Pmt	$A_1 = Pmt - J_1$	$J_1 = SD_0 * i$	$SD_1 = SD_0 - A_1$
2	Pmt	$A_2 = Pmt - J_2$	$J_2 = SD_1 * i$	$SD_2 = SD_1 - A_2$
3	Pmt	$A_3 = Pmt - J_3$	$J_3 = SD_2 * i$	$SD_3 = SD_2 - A_3$
4	Pmt	$A_4 = Pmt - J_4$	$J_4 = SD_3 * i$	$SD_4 = SD_3 - A_4$
.
.
n	Pmt	$A_n = Pmt - J_n$	$J_n = SD_{n-1} * i$	$SD_n = SD_{n-1} - A_n$

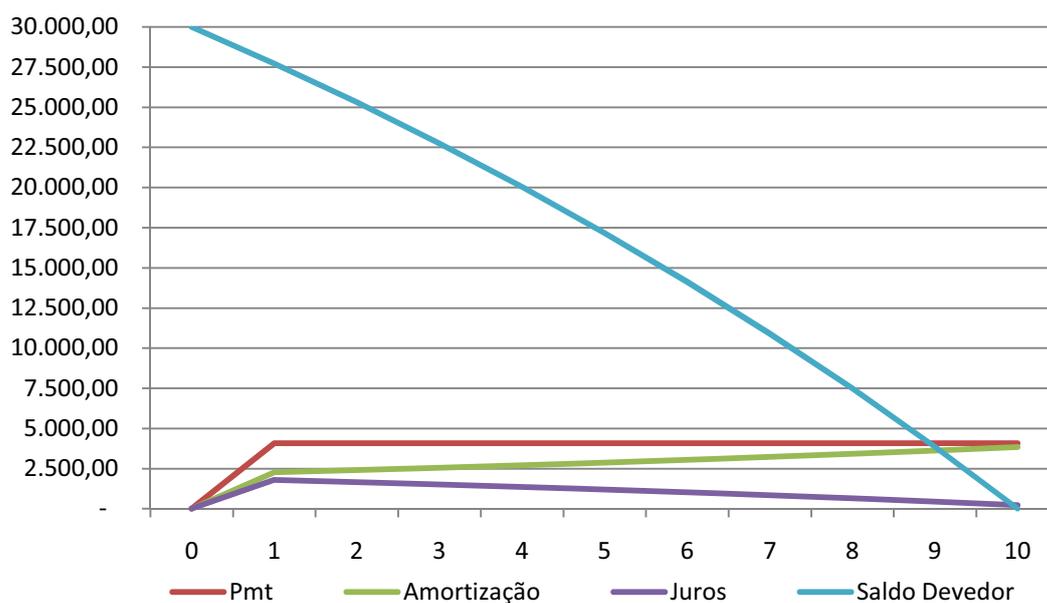


Figura 2 – Exemplo de evolução do sistema de amortização Price

A Figura 2 mostra a constância das prestações (Pmt), juros decrescentes, calculados sob o saldo do último período e a amortização, seguindo uma progressão geométrica crescente de razão igual à taxa de juros.

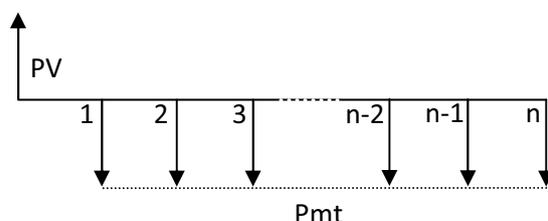
O sistema Price é muito utilizado, como sistema de amortização, em financiamentos imobiliários e financiamentos de bens duráveis e não duráveis. É alvo dos principais questionamentos legais abordados neste documento.

2.3.2. Sistema de Amortização Constante – SAC

Sua principal característica é a constância do valor das amortizações no fluxo de pagamentos. Neste caso, a prestação decresce numa progressão aritmética, pela razão da multiplicação da amortização pela taxa efetiva aplicada; o saldo devedor decresce pela razão do quociente do capital pelo número de períodos. Levando a impressão inicial de se tratar de aplicação a juros simples.

No SAC, o valor da amortização (A) é determinado, dividindo-se o capital pelo número de períodos ($A=C/n$). O valor de juros (J_n) a serem pagos, é determinado pelo saldo devedor do período (SD_n), multiplicado pela taxa efetiva de juros (i) ($J_n= SD_n*i$). A prestação é o somatório da amortização e juros ocorridos no período ($Pmt_n = A + J_n$).

O fluxo de caixa de um empréstimo de valor igual a PV (valor presente), liquidado em n (períodos) prestações periódicas, com remuneração a uma taxa, i , é apresentado.



O fluxo representado tem parcela (Pmt), paga ao final de cada período, tratando-se de uma série postecipada.

A planilha de amortização é elaborada, conforme Tabela 4.

Tabela 4 – Planilha de fluxo para o Sistema de Amortização Constante

n	Pmt	Amortização	Juros	Saldo Devedor
0				$SD_0 = PV$
1	$Pmt_1 = A_1 + J_1$	$A_1 = PV/n$	$J_1 = SD_0 * i$	$SD_1 = SD_0 - A_1$
2	$Pmt_2 = A_2 + J_2$	$A_2 = PV/n$	$J_2 = SD_1 * i$	$SD_2 = SD_1 - A_2$
3	$Pmt_3 = A_3 + J_3$	$A_3 = PV/n$	$J_3 = SD_2 * i$	$SD_3 = SD_2 - A_3$
4	$Pmt_4 = A_4 + J_4$	$A_4 = PV/n$	$J_4 = SD_3 * i$	$SD_4 = SD_3 - A_4$
.
.
n	$Pmt_n = A_n + J_n$	$A_n = PV/n$	$J_n = SD_{n-1} * i$	$SD_n = SD_{n-1} - A_n$

A Figura 3 evidencia a constância das amortizações, a regressão do saldo devedor, dos juros e da prestação.

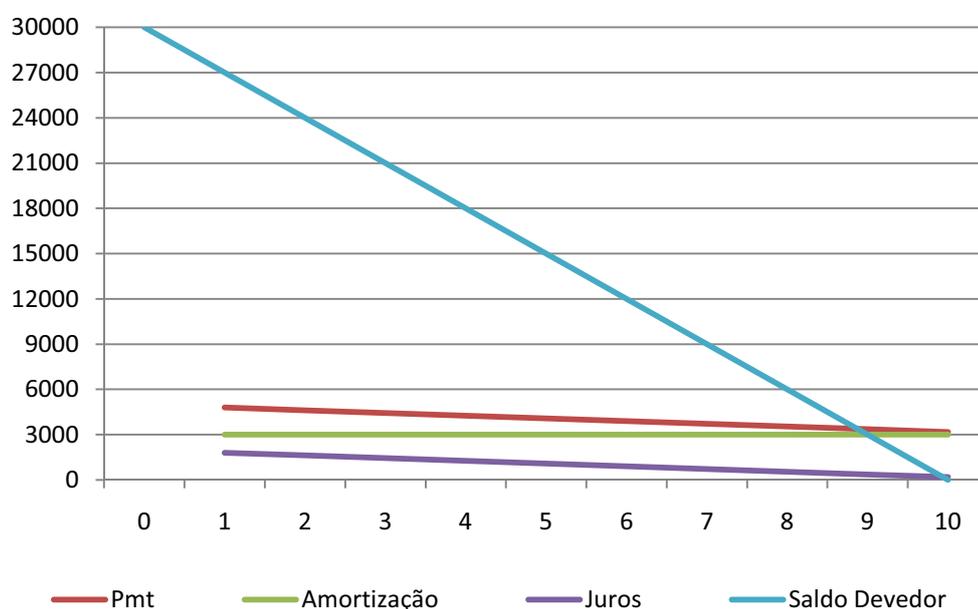


Figura 3 – Exemplo de evolução do Sistema de Amortização Constante - SAC

O sistema SAC tem sido muito utilizado, nos últimos anos, na evolução de financiamentos imobiliários, sendo de uso obrigatório por lei sancionada pelo governo federal, na criação do Programa Minha Casa Minha Vida (PMCMV), porém, não escapa dos questionamentos legais abordados neste documento.

2.3.3. Sistema de Amortização Misto – SAM

Este sistema se constitui num misto de SAC e Price. Vieira Sobrinho (2000) esclarece que “o SAM é um plano de pagamentos composto por prestações, cujos valores são resultantes da média aritmética dos valores das prestações dos planos SAC e Price, correspondentes aos respectivos prazos; os valores das parcelas de amortização e juros resultam da mesma regra”.

Sua prestação inicial é obtida por média aritmética entre a prestação obtida no SAC e no Price.

$$Pmt = \frac{Pmt_{SAC} + Pmt_{Price}}{2} \quad (9)$$

O valor das prestações decresce a uma constante igual ao decréscimo do SAC, dividido por dois, em razão de a prestação do Price ser também constante e a do SAC decrescer a uma constante. Os juros são apurados pela incidência da taxa sobre o saldo devedor do último período; a amortização é definida pela diferença entre prestação e juros e, finalmente, o saldo devedor é conhecido pela razão do saldo do período anterior pela amortização, conforme detalhado na Tabela 5. A Figura 4 mostra o fluxo gerado na utilização do SAM.

Tabela 5 – Planilha de fluxo para o Sistema de amortização Misto

n	Pmt	Amortização	Juros	Saldo Devedor
0				$SD_0 = PV$
1	Pmt	$A_1 = Pmt - J_1$	$J_1 = SD_0 * i$	$SD_1 = SD_0 - A_1$
2	Pmt	$A_2 = Pmt - J_2$	$J_2 = SD_1 * i$	$SD_2 = SD_1 - A_2$
3	Pmt	$A_3 = Pmt - J_3$	$J_3 = SD_2 * i$	$SD_3 = SD_2 - A_3$
4	Pmt	$A_4 = Pmt - J_4$	$J_4 = SD_3 * i$	$SD_4 = SD_3 - A_4$
.
.
n	Pmt	$A_n = Pmt - J_n$	$J_n = SD_{n-1} * i$	$SD_n = SD_{n-1} - A_n$

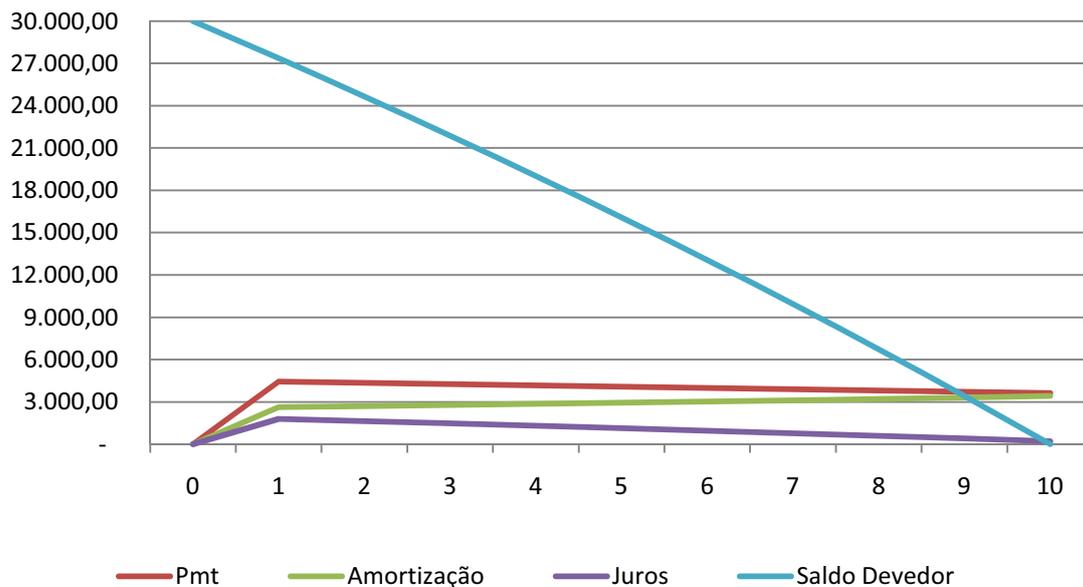


Figura 4 – Exemplo de evolução do Sistema de Amortização Misto - SAM

Este sistema foi criado para combinar as vantagens dos dois sistemas: SAC e Price; e foi utilizado em financiamentos imobiliários à época do Banco Nacional de Habitação (BNH). Faro (1989) esclarece que “é equivalente a imaginar-se que metade do capital seja financiada, segundo o método francês e a outra metade, à mesma taxa e prazo, pelo método de amortização constante”.

2.3.4. Sistema de Amortização Crescente – SACRE

Criado pela Caixa Econômica Federal, possui características do sistema SAC, como o recálculo da prestação a cada 12 meses, porém com atualização de saldo mensal.

Penna (2007) ensina que o cálculo da prestação é feito em duas etapas: (1) apura-se o valor da parcela de amortização constante, dividindo o valor do financiamento pelo prazo; (2) multiplica-se a taxa mensal de juros pelo valor do financiamento. O somatório dessas duas parcelas compõe o valor da prestação inicial que, a cada período, é recalculada, considerando o saldo devedor atualizado, a taxa contratada e o prazo remanescente.

Diferentemente, Samanez (2007) afirma que “o Sistema de Amortizações Crescentes (SACRE) foi adotado recentemente pelo SFH, na liquidação de financiamentos da casa própria e se baseia no SAC e no Price, já que a prestação é igual à média aritmética calculada entre as prestações desses dois sistemas, nas mesmas condições de juros e prazos”

Sandrini (2007) esclarece que o sistema calcula prestação semelhante ao SAC, mantendo o valor da prestação calculada no instante 1, constante por 12 meses, e destaca: “quando do pagamento da última prestação, deve ser realizado um encontro de contas para zerar o saldo, o que descaracteriza o SACRE, como sistema de amortização”.

Conforme mencionado, o SACRE tem sua prestação calculada pela amortização (quociente do valor emprestado pelo prazo total), mais juros. Os juros são encontrados, aplicando a taxa ao saldo devedor do período anterior. A amortização é encontrada pela diferença da parcela e dos juros.

Em 2010, a Caixa Econômica Federal voltou a dispor o SACRE como opção para a evolução de empréstimos habitacionais, devido à sanção da lei que criou o Programa Minha Casa Minha Vida. No dispositivo legal, o governo federal obriga os bancos a oferecer, pelo menos, dois sistemas de amortização para escolha do mutuário. Devido à insegurança jurídica que as discussões, aqui apresentadas, têm provocado, o SACRE foi a escolha alternativa.

2.3.5. Sistema de Amortização Americano – SAA

Neste sistema, o contratante liquida sua dívida ao final do período, através de um pagamento único. Em cada período intermediário, efetua o pagamento dos juros vencidos, que não são incorporados ao capital.

Assaf Neto (2001) esclarece que “a devolução do capital emprestado é efetuada ao final do período contratado da operação de uma só vez. Não se prevê, de acordo com esta característica básica do SAA, amortizações intermediárias durante o período de empréstimo. Os juros costumam ser pagos periodicamente”.

Veras (1991) assegura que “por esse sistema, é indiferente que o regime de juros seja simples ou composto; pois como os juros são pagos

periodicamente, o saldo devedor é sempre o mesmo, o que não muda o valor básico para o cálculo dos juros” [sic].

Esse sistema foi desenvolvido para liquidação do capital, via pagamentos iguais e sucessivos, resultando da somatória dos juros, que são calculados pela incidência da taxa ao saldo devedor e o pagamento do principal, no último período.

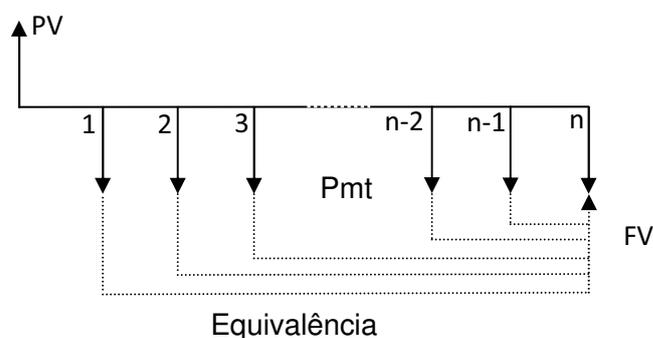
2.3.6. Método Linear Ponderado – Método de Gauss

Desenvolvido pelo matemático alemão, Johann Carl Friedrich Gauss, este método caracteriza-se pela liquidação do saldo devedor, através de prestações periódicas e constantes. Desenvolvido no regime de juros simples, tem sido, em alguns casos, o substituto para os métodos Price e SAC, conforme determinação de alguns magistrados brasileiros, no julgamento da ilegalidade pela prática do anatocismo (SANDRINI, 2007).

A constância das prestações do sistema é obtida pela propriedade da soma dos termos de uma progressão aritmética (PA). A amortização é encontrada pela propriedade do termo geral e da soma dos termos da PA. Os juros são a diferença entre prestação e amortização e o saldo devedor é obtido pelo saldo inicial, menos a amortização do período (SANDRINI 2007).

O sistema é uma série postecipada, procedendo à equivalência no final da série, ou seja, levam-se os valores à última data do fluxo (Data focal “n”). Desta característica, tem-se a igualdade:

$$FV = PV * (1 + i * n) \quad (10)$$



O valor futuro (FV) representado é o somatório das prestações (Pmt), na data focal n , ou seja, o valor futuro de cada uma delas. A equação (11) detalha:

$$FV = Pmt + Pmt(1 + i * 1) + Pmt(1 + i * 2) + Pmt(1 + i * 3) + \dots + Pmt\{1 + i * (n - 1)\} \quad (11)$$

Substituindo (10) em (11), tem-se:

$$PV * (1 + i * n) = Pmt * \{1 + (1 + i * 1) + (1 + i * 2) + \dots + [1 + i * (n - 1)]\}$$

Observa-se que a soma das prestações (2º. Termo) representa a soma (Sn) dos termos de uma PA, sendo o primeiro termo igual a 1 e o último: $[1 + i * (n - 1)]$, onde sua razão é a taxa (i).

Soma de uma PA:

$$Sn = \frac{(a1 + an) * n}{2}$$

No modelo de Gauss:

$$PV * (1 + i * n) = Pmt * \frac{[1 + 1 + i(n - 1)] * n}{2}$$

Isolando Pmt, encontra-se a equação para cálculo da prestação:

$$Pmt = \frac{PV * [1 + i * n]}{\left[1 + \frac{(n - 1) * i}{2}\right] * n} \quad (12)$$

Para amortização do período 1 (A1), utiliza-se a fórmula obtida pelo uso da soma dos termos da PA, fatorando e isolando a primeira amortização.

Termo geral de uma PA: $An = A1 + (n - 1) * r$, onde a razão (r) é igual ao produto da primeira amortização pela taxa.

Sendo a soma das amortizações igual ao valor presente:

$$PV = \frac{(A1 + An) * n}{2} \rightarrow PV = \frac{(A1 + A1 * \{1 + (n - 1) * i\}) * n}{2}$$

$$A_1 = \frac{PV}{\left[1 + \frac{(n - 1) * i}{2}\right] * n} \quad (13)$$

Considerando que as amortizações crescem a um valor constante, em Progressão Aritmética (PA), com razão igual ao produto da primeira amortização pela taxa, para conhecer a amortização dos demais períodos, aplica-se a fórmula do termo geral:

$$A_n = A_1 * [1 + (n - 1) * i] \quad (14)$$

Os juros são a diferença entre prestação e a amortização de cada período. Sendo a prestação constante, a amortização cresce de forma aritmética, pelo produto da prestação, pela taxa, os juros decrescerão à mesma constante.

O saldo devedor, seguindo os modelos usuais, segue pela diferença entre saldo inicial (PV) e amortização do instante (A_n).

Na Tabela 6, detalha-se a planilha de fluxo com os cálculos para o método de Gauss.

Tabela 6 - Planilha de fluxo para o Método de Gauss

n	Pmt	Amortização	Juros	Saldo Devedor
0				$SD_0 = PV$
1	$Pmt = \{PV * (1 + i * n)\} / \{[1 + ((n-1) * i / 2)] * n\}$	$A_1 = PV / \{[1 + ((n-1) * i / 2)] * n\}$	$J_1 = Pmt_1 - A_1$	$SD_1 = SD_0 - A_1$
2	.	$A_2 = A_1 * [1 + (2-1) * i]$	$J_2 = Pmt_2 - A_2$	$SD_2 = SD_1 - A_2$
3	.	$A_3 = A_1 * [1 + (3-1) * i]$	$J_3 = Pmt_3 - A_3$	$SD_3 = SD_2 - A_3$
4	.	$A_4 = A_1 * [1 + (4-1) * i]$	$J_4 = Pmt_4 - A_4$	$SD_4 = SD_3 - A_4$
.
.
n	$Pmt = \{PV * (1 + i * n)\} / \{[1 + ((n-1) * i / 2)] * n\}$	$A_n = A_1 * [1 + (n-1) * i]$	$J_n = Pmt_n - A_n$	$SD_n = SD_{n-1} - A_n$

A ideia central é fazer com que o somatório dos extremos, para juros e amortização, sejam sempre iguais. Assim, o somatório dos juros do mês 1, com o do mês n, será igual ao somatório dos juros do mês 2, com os juros do mês n-1 e assim sucessivamente. O mesmo raciocínio vale para a amortização.

A Figura 5 permite visualizar a evolução do método.

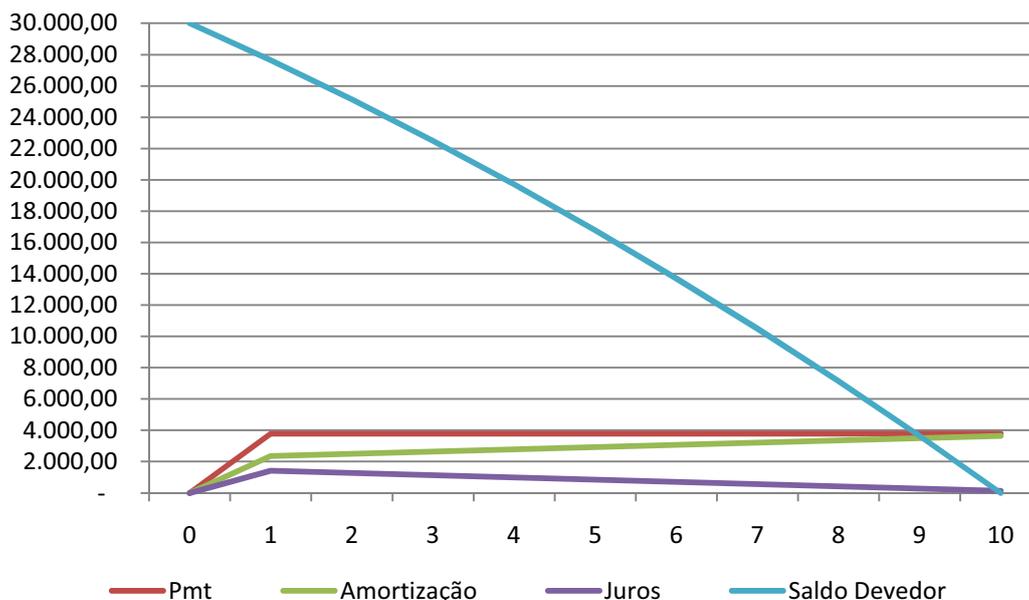


Figura 5 – Exemplo de evolução do Método Linear Ponderado - Gauss

Outra forma para o encontro dos valores, no método de Gauss, é apresentada na obra de Vieira Sobrinho (2000), sob a nomenclatura de método da soma dos dígitos.

Pelo referido método, é procedida a apuração da soma dos termos (ST): $ST = [n * (n + 1)]/2$. Em seguida, calcula-se o índice médio (IM): $IM = \{[i * (n - 1) + 1] + 1\}/2$. Após, calcula-se o valor futuro (FV) do capital à taxa de juros simples: $FV = PV * [(i * n) + 1]$. Com esses dados, é possível calcular o encargo mensal (Pmt): $Pmt = FV/(IM * n)$. E, finalmente, encontra-se o índice ponderado (IP): $IP = [(Pmt * n) - PV]/ST$.

2.4. ASPECTOS LEGAIS

Seguindo uma tendência jurídica mundial, o Brasil regulamentou a aplicação dos juros, através do decreto 22.626/33 (BRASIL, 1933), visando impedir que o capital tivesse uma remuneração exagerada. Este decreto, conhecido como lei da Usura, reza em seu artigo 4º: “É proibido contar juros dos juros; esta proibição não compreende a acumulação de juros vencidos aos saldos líquidos em conta-corrente de ano a ano”, ratificada pela súmula 121, do Supremo Tribunal Federal, em 13 de dezembro de 1963.

De encontro ao normatizado acima, há uma grande discussão quanto à aplicabilidade do decreto mencionado nos financiamentos imobiliários, principalmente devido à Súmula da Jurisprudência Predominante do STF, nº. 596 (BRASIL, 1976), aprovada em sessão plenária, de 15 de dezembro de 1976, com o seguinte teor: “As disposições do Decreto 22.626/33 não se aplicam às taxas de juros e aos outros encargos cobrados nas operações realizadas por instituições públicas ou privadas, que integram o sistema financeiro nacional”. Sobre isso, Rezende (2003) atenta que, segundo acórdão 285.138CE, publicado em 05 de maio de 2003, “as instituições financeiras não estão submetidas à Lei de Usura, por força do disposto na Lei 4595/64, admitindo-se o que foi pactuado entre as partes, mediante contrato”.

Destaque-se, ainda, que o artigo 591, do Código Civil Brasileiro (BRASIL, 2002), instituído pela Lei nº. 10.406, de 10 de janeiro de 2002, admite a capitalização composta de juros: “destinando-se o mútuo a fins econômicos, presumem-se devidos juros, os quais, sob pena de redução, não poderão exceder a taxa a que se refere o art. 406 (convenção sobre juros moratórios), permitida a capitalização anual”.

Finalmente, a Corte Especial do Tribunal Regional Federal da 4ª Região, em 02 de agosto de 2004, decidiu pela inconstitucionalidade da cobrança de juros sobre juros, nas operações realizadas pelas instituições integrantes do Sistema Financeiro Nacional, com periodicidade inferior a um ano (BRASIL, 2004).

No tocante ao pagamento de prestações periódicas, o Código Civil, em seu artigo 354, normatiza a direção dos recursos, devendo *a priori* liquidar os juros vencidos à amortização: “havendo capital e juros, o pagamento imputar-se-á primeiro nos juros vencidos e, depois, no capital, salvo estipulação em contrário ou se o credor passar a quitação por conta do capital”.

Devido a divergentes interpretações dos mecanismos regulatórios, um grande volume de ações judiciais questiona a incidência de juros sobre juros, nos sistemas de amortização, utilizados em financiamentos imobiliários. Esses questionamentos, em sua grande maioria, se embasam em um conceito mal interpretado, denominado anatocismo, o qual se busca entendimento.

2.5. ANATOCISMO

O posicionamento jurídico quanto à prática dos juros no Brasil, foi influenciado por conceitos externos ao nosso país, como o conceito de anatocismo.

Anatocismo é comumente conhecido pela cobrança de juros sobre juros, associado à capitalização composta.

Característica da capitalização composta é a incidência de juros sobre juros, porém o conceito de anatocismo é um pouco mais específico.

Variadas são as visões a respeito deste conceito, Ferreira (2001) apresenta, no Dicionário Aurélio Século XXI, o conceito: “anatocismo é a capitalização dos juros de uma importância emprestada”; Cunha (1997), no Dicionário Etimológico, como “anatocismo é a capitalização dos juros de uma importância emprestada. Do latim *anatocismus*, derivado do grego *anatokismós*” e Rudge (2006), na Enciclopédia de Finanças, como: “anatocismo é a capitalização dos juros de uma importância emprestada. O mesmo que juros compostos, juros capitalizados ou juros sobre juros”. De Naufel (2002), no Novo Dicionário Jurídico Brasileiro, vem a afirmação de que “anatocismo é a capitalização de juros, vencendo novos juros. É a contagem de juros sobre juros, já produzidos pelo capital empregado”.

Em outra vertente, Vieira Sobrinho (2004) conclui que “anatocismo nada tem a ver com o critério de formação dos juros a serem pagos - ou recebidos - numa determinada data; ele consiste na cobrança de juros sobre juros, vencidos e não pagos, exatamente como foi conceituado no Novo Dicionário Brasileiro” [sic]. Seguindo o mesmo raciocínio, Sandroni (1996) escreve: “anatocismo é o termo que designa o pagamento de juros sobre juros, isto é, a capitalização de juros que foram acumulados, por não terem sido liquidados no vencimento respectivo”.

É latente a divergência entre os estudiosos, o que favorece as discussões judiciais. Entende-se que a falta de clareza da legislação brasileira alimenta as discussões. Porém, tem-se o raciocínio que, o contraente somente será lesado, quando os juros vencidos e não pagos são incorporados ao saldo devedor e majorados novamente no período seguinte.

Nesta pesquisa, portanto, entende-se anatocismo como a prática da

cobrança de juros sobre juros vencidos e não pagos, assim como conceituado no Novo Dicionário Brasileiro, sendo a prática de juros sobre juros, não de taxas sobre taxas.

A legislação brasileira proíbe contar juros sobre juros, assim, o que é vedado, é incorporar ao capital os juros vencidos e não pagos, já majorados anteriormente. Desta forma, por mais que se discuta o entendimento da lei, ela não proíbe a cobrança mensal de juros, apenas visa evitar que os juros vencidos não sejam incorporados e capitalizados. Deve-se atentar ao equívoco frequente de se confundir juros capitalizados com taxas capitalizadas aplicadas aos sistemas de amortização. Segundo FERREIRA (2001), o termo “capitalizar” é definido como “converter em capital”, “adicionar ao capital” e, assim sendo, não compreende o ato de receber, à vista, os juros do período, sem em momento algum incorporá-los ao saldo devedor, constituir em capitalização.

3. MÉTODO DE PESQUISA

Neste trabalho, o gênero de pesquisa metodológica envolve a investigação de aspectos teóricos e aplicados, por simulação matemática, comparando os sistemas de amortização aplicados aos financiamentos imobiliários.

Sua natureza é prática, visto que “objetiva gerar conhecimentos para aplicação prática”, envolvendo interesses locais (SILVA e MENEZES, 2005). Com abordagem quantitativa, “considerando que tudo pode ser quantificável, o que significa traduzir em números opiniões e informações para classificá-las e analisá-las”, segundo os autores.

Trata-se de uma pesquisa não experimental, pois segundo Sampieri, Collado e Lúcio (2006) “o que faz-se na pesquisa não experimental, é observar fenômenos tal como se produzem em seu contexto natural, para depois analisá-los”.

Visando fomentar e subsidiar os objetivos de pesquisa, foram utilizados exemplos compatíveis com as operações reais no mercado de financiamento de imóveis no Brasil. As análises foram realizadas, considerando-se a equivalência de capitais, o valor do dinheiro no tempo, seu Valor Presente Líquido (VPL) e sua Taxa Interna de Retorno (TIR).

O exemplo utilizado é de um empréstimo de R\$ 30.000,00 (PV), por 10 anos (n) a uma taxa efetiva (i) de 6% ao ano. Apesar dos financiamentos envolverem prestações mensais, serão considerados termos anuais, a fim de simplificar os quadros demonstrativos.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Através de análises por simulações matemáticas, busca-se o entendimento de questões latentes no mercado brasileiro. Dessa forma, inicialmente, estuda-se o sistema Price e SAC, onde se busca observar seu regime de juros e a existência do anatocismo em sua evolução.

Para tais conclusões, foram desenvolvidas planilhas, retratando o fluxo de desembolsos e gráficos que facilitarão a visualização, tanto do regime de juros quanto da ocorrência do anatocismo.

Em seguida, foram analisados outros sistemas de amortização utilizados em nossa economia, porém, com menor intensidade, sob os mesmos aspectos.

Finalmente, estuda-se o Método Linear Ponderado, buscando o entendimento sobre sua lógica de cálculo, sua coerência matemática e aplicabilidade para financiamentos de imóveis, onde se inicia a discussão da adoção de métodos a juros simples e seu impacto para a economia brasileira.

4.1. SISTEMA PRICE

Sistema de liquidação de empréstimos, em que sua principal característica é a constância das prestações. Largamente utilizado no Brasil, desde crediário em lojas de departamentos até sistemas de amortização de financiamentos imobiliários.

Utiliza-se um exemplo de um empréstimo de R\$ 30.000,00, por 10 anos (n), a uma taxa efetiva de 6% (i) ao ano, descrito na Tabela 7.

Para os cálculos da prestação (Pmt), da amortização (An), dos juros (Jn) e do saldo devedor (Sd), utilizou-se a fórmula apresentada pela expressão (8) e na Tabela 3, vistas na seção 2.3.1.

Tabela 7 – Evolução do sistema de amortização Price

n	Pmt	Amortização	Juros	Saldo Devedor
0	-	-	-	30.000,00
1	4.076,04	2.276,04	1.800,00	27.723,96
2	4.076,04	2.412,60	1.663,44	25.311,36
3	4.076,04	2.557,36	1.518,68	22.754,00
4	4.076,04	2.710,80	1.365,24	20.043,20
5	4.076,04	2.873,45	1.202,59	17.169,76
6	4.076,04	3.045,85	1.030,19	14.123,90
7	4.076,04	3.228,60	847,43	10.895,30
8	4.076,04	3.422,32	653,72	7.472,98
9	4.076,04	3.627,66	448,38	3.845,32
10	4.076,04	3.845,32	230,72	0,00

O sistema liquida o mútuo no décimo período, via prestações periódicas e constantes. A amortização cresce, conforme uma PG com razão igual à taxa de juros. O saldo devedor e os juros decrescem até a liquidação do compromisso.

É possível observar que os juros são calculados sob o saldo devedor do período imediatamente anterior. A amortização é a diferença entre parcela e juros, e o saldo devedor, a diferença entre o saldo do período anterior e a amortização do instante calculado.

Fica claro que da parcela de cada instante, primeiro liquidam-se os juros (J), e se ao final deste cálculo, restar algum valor, este é amortizado no saldo devedor.

Assim, é possível visualizar, caso a parcela Pmt seja maior que o juros, não existir a incorporação de juros, calculados sob o saldo devedor anterior, ao saldo devedor do instante calculado. Caso contrário, é possível a existência da capitalização dos juros.

4.1.1. Regime de capitalização dos juros no sistema Price

Utiliza-se a equivalência de capitais, o valor do dinheiro no tempo, para provar o regime de capitalização utilizado, transportando os valores à data focal zero.

Isso se deve, pois na capitalização simples os juros vencem a termo, isto é, não é permitido o pagamento de partes do capital por não se admitir o

fracionamento do prazo. Assim, o total dos juros e o capital inicial têm de ser resgatados ou liquidados de uma só vez, caracterizando uma única operação, conforme explicam Francisco (1985), Faro (1989) e Mathias e Gomes (1984). Portanto, para comparação, foi considerado para ambos os regimes, como se fossem 10 empréstimos vencendo em um, dois, três até o décimo período, e levando-os à data zero, para encontrar o correspondente Valor Presente Líquido (VPL). Para os dois regimes, considerou-se R\$ 4.076,09 como valor da prestação.

Segundo Puccini (2006), “o Valor Presente Líquido de um fluxo de caixa é igual ao valor presente de suas parcelas futuras - que são descontadas a uma determinada taxa - somado algebricamente com a grandeza colocada no ponto zero”.

A Tabela 8 mostra o VPL da prestação obtida pelo sistema Price, descapitalizada pelos regimes simples e composto, para o exemplo visto na Tabela 6. Para cálculo do VPL, utilizou-se a expressão (6), seção 2.2.3.2.1.

Tabela 8 – VPL obtido pela descapitalização das prestações pelos métodos composto e simples - Price

Período	Prestação descontada a juros COMPOSTOS	Prestação descontada a juros SIMPLES
1	3.845,37	3.845,37
2	3.627,71	3.639,37
3	3.422,36	3.454,31
4	3.228,65	3.287,17
5	3.045,89	3.135,45
6	2.873,48	2.997,13
7	2.710,83	2.870,49
8	2.557,39	2.754,11
9	2.412,63	2.646,81
10	2.276,07	2.547,56
0	30.000,00	31.177,76
	VPL = 0	VPL = - 1.177,76

A partir dos resultados da Tabela 8, pode-se verificar que a parcela de R\$ 4.076,09 somente é equivalente ao capital aplicado, a taxa efetiva de 6% ao ano, se for descapitalizada a juros compostos. Sendo que a mesma prestação, descontada a juros simples, retorna um valor R\$ 1.177,76 maior que o investido, ou seja, R\$ 31.177,76.

Pode-se afirmar, portanto, que ao se avaliarem os sistemas de amortização, pelo cálculo do seu VPL, a juros compostos, e se o seu resultado for igual a zero, o empréstimo foi realizado a uma taxa efetiva no regime de juros compostos. Da mesma forma, se o resultado for diferente de zero, o empréstimo não foi realizado com aplicação de taxa no regime composto de juros.

Em busca de mais elementos matemáticos que evidenciem o regime de capitalização, analisou-se o referido fluxo de caixa, para determinar a taxa efetiva, encontrando sua Taxa Interna de Retorno (TIR).

Assaf Neto (2001) explica a TIR como “a taxa de juros que iguala, em determinado momento do tempo, o valor presente das entradas com o das saídas previstas de caixa”.

No regime composto, com auxílio da calculadora financeira HP12C, conforme equação vista em 2.2.3.3:

<f> <REG> 30000 <CHS> <g> <CF₀> 4076,09 <g> <CF_j> 10 <g> <N_j>
<f> <IRR> = 6%

No regime simples, utilizou-se o Método Interpolador de Newton, relativo à interpolação linear, para encontrar a taxa.

$$30.000,00 = \frac{4.076,09}{(1+i*1)} + \frac{4.076,09}{(1+i*2)} + \frac{4.076,09}{(1+i*3)} + \dots + \frac{4.076,09}{(1+i*10)}$$

A equação busca a taxa (i), tal que o valor presente seja R\$ 30.000,00. Estimando 6%, obtém-se um VPL de R\$ 31.177,76. Ao estimar 7,5%, resulta um VPL de R\$ 29.557,62. Assim, tem-se:

$$\frac{i - 6\%}{7,5\% - 6\%} = \frac{30.000,00 - 31.177,76}{29.557,62 - 31.177,76} \rightarrow i = 7,10\%$$

Observa-se, portanto, que avaliando o fluxo descapitalizado pelo método de juros compostos, o seu resultado é igual à taxa efetiva contratada, ou seja, 6% ao ano. O mesmo não ocorre, quando utilizado o método de desconto em juros simples, resultando numa taxa de aproximadamente 7,10% ao ano.

Em vista das análises descritas, o método do VPL e o cálculo da TIR,

expõem subsídios suficientes para se afirmar, com base matemática, que o regime de capitalização aplicado à tabela Price é o regime composto.

4.1.2. Anatocismo na tabela Price

Considerando a conclusão que o sistema Price evolui a juros compostos, resta discutir a existência da prática do anatocismo. Conforme entendimento anterior, anatocismo é a incorporação de juros vencidos e não pagos ao saldo devedor e majorados novamente no período seguinte. Sendo assim, analisa-se a Tabela 9, onde se separa cada item do fluxo, para elucidar de forma mais clara sua incidência ou ausência.

Tabela 9 – Evolução do fluxo de pagamentos obtido através do sistema Price

Período	PV Inicial	Prestação	Juros Vencidos	Juros Pagos	Amortização	PV Final
0	30.000,00	-	-	-	-	30.000,00
1	30.000,00	4.076,09	1.800,00	1.800,00	2.276,09	27.723,91
2	27.723,91	4.076,09	1.663,43	1.663,43	2.412,66	25.311,25
3	25.311,25	4.076,09	1.518,68	1.518,68	2.557,41	22.753,84
4	22.753,84	4.076,09	1.365,23	1.365,23	2.710,86	20.042,98
5	20.042,98	4.076,09	1.202,58	1.202,58	2.873,51	17.169,47
6	17.169,47	4.076,09	1.030,17	1.030,17	3.045,92	14.123,55
7	14.123,55	4.076,09	847,41	847,41	3.228,68	10.894,87
8	10.894,87	4.076,09	653,69	653,69	3.422,40	7.472,47
9	7.472,47	4.076,09	448,35	448,35	3.627,74	3.844,73
10	3.844,73	4.076,09	230,68	230,68	3.844,73	0,00
TOTAL			10.760,22	10.760,22		

Observa-se que durante os dez períodos, todos os juros vencidos são liquidados no mesmo instante, não havendo incorporação ao saldo de juros vencidos e não pagos. Não se compreende, assim, o ato de receber à vista os juros vencidos, sem incorporá-los ao saldo devedor, constituir capitalização.

Desta forma, apesar do sistema sofrer capitalização composta, não existe, em qualquer instante dos eventos, a incorporação dos juros ao saldo e, conseqüente, impossibilidade de nova majoração. Exemplificando: no final do primeiro período, o devedor paga os juros relativos à utilização do capital naquele período e outra parcela para amortizar a dívida.

4.1.3. Análise de argumentos contrários à tabela Price

Pelo sistema Price, o mutuário obriga-se a devolver o principal, mais os juros, em prestações iguais entre si e periódicas, sendo que as suas principais características são:

- A taxa de juros contratada é dada em termos nominais. Nos contratos habitacionais, esta taxa é expressa ao ano;

- As prestações têm período menor que aquele a que se refere a taxa. Nos contratos habitacionais, as prestações são mensais;

No cálculo, é utilizada a taxa proporcional ao período a que se refere a prestação, calculada a partir da taxa nominal. Logo, se a taxa nominal contratada for de 12% ao ano, temos que a taxa proporcional mensal é 1%.

Como foi visto, a Tabela Price calcula a prestação exata para que o valor do financiamento inicial seja quitado no prazo previsto, à taxa de juros pactuada e ainda obedeceu às três regras estabelecidas por Chaves (2002), para ser considerado como um sistema de amortização:

1^o - O valor de cada prestação é composto por duas parcelas, uma delas é a devolução do principal ou parte dele, denominada Amortização; e a outra parcela são os juros que representam o custo do empréstimo;

2^o - O valor dos juros de cada prestação são sempre calculados sobre o saldo devedor do empréstimo, aplicando a taxa de juros contratada;

3^o - Primeiro, liquidaram-se os juros vencidos e segundo, liquidou-se parte do capital.

Resta discutir algumas questões apresentadas em documentos, que não apresentam rigor científico, sob o enfoque matemático e, depois, sob o aspecto legal.

Inicialmente, não se pode imputar ao sistema de amortização de Price, a responsabilidade pela capitalização de juros, visto que o critério para se apropriar os juros, nos contratos de longo prazo, são os mesmos em quaisquer dos modelos de amortização, quer seja Sistema Price, SAC, SAM, SACRE, entre outros.

Conforme já foi definido, capitalização de juros é o processo, através do qual os juros formam-se e são incorporados ao capital inicial. Na própria definição do sistema de amortização, já há referência à inexistência de capitalização de juros, ou seja, para se obter a quota de amortização, calculam-se os juros, sendo estes os primeiros a serem quitados e a quota de amortização é o resultado da prestação total, deduzida dos juros do período.

Sendo os juros a primeira parte a ser paga pelo mutuário, então não poderia ocorrer juros sobre juros, posto que, para tanto, teria que haver sua incorporação ao principal.

Nos contratos de crédito imobiliário, via de regra, estão absorvidos os critérios de atualização monetária do saldo devedor e esta variável acrescida ao modelo matemático, induz que o valor da prestação, inicialmente calculada, não seja suficiente para quitar o saldo devedor, o que normalmente não se torna verdadeiro.

Observando a evolução dos juros dos contratos de crédito imobiliário, nota-se que estes, embora contratados em um regime de juros compostos, comportam-se de forma semelhante ao regime de juros simples, ou seja, são calculados sempre sobre o valor principal, sendo que sua base de cálculo nunca está acrescida de parcelas de juros geradas anteriormente. Logo, se os juros forem pagos no vencimento, não há o que capitalizar.

Não são as taxas de juros nem os períodos de vencimentos que caracterizam o anatocismo; o essencial é não adicionar juros ao principal e, sobre o montante (principal + juros), calcular novos juros.

De outro lado, alguns debatedores da questão, ao afirmarem que existe capitalização de juros, estão confundindo correção monetária com remuneração do Agente Financeiro.

A correção monetária do saldo devedor dos empréstimos habitacionais permite que o Agente Financeiro seja ressarcido do valor real emprestado, ou seja, aquele valor emprestado retorne com o mesmo poder aquisitivo da época da concessão.

A compensação pela perda de valor monetário não pode ser confundida, em nenhum momento, com juros, sendo este último a remuneração do capital emprestado e aquela, apenas a atualização de seu valor monetário.

Da mesma forma, o fato de em alguma ocasião o valor da prestação, após quitar os juros, não ser suficiente para quitar a correção monetária, não se relaciona com capitalização de juros, uma vez que está sendo agregado ao saldo devedor, a atualização do poder de compra da moeda, conforme o previsto em contrato.

4.1.4. Taxas proporcionais *versus* taxas equivalentes

Outro argumento a favor da presença do anatocismo na tabela Price, é o fato de se utilizar taxas de juros proporcionais e não taxas equivalentes. Por exemplo, dada uma taxa de juros de 6% ao ano, seu correspondente mensal é uma taxa de 0,5%. De outra forma, no Sistema Francês de Amortização (SFA), que utiliza taxas equivalentes, sua correspondente taxa mensal seria de 0,485%.

Equívoco frequente que se faz entre taxas capitalizadas e juros capitalizados, que são coisas distintas. A forma de cálculo dos juros na Tabela Price, que se vale de taxas proporcionais, em relação ao SFA, que utiliza taxas equivalentes, é semelhante a outros sistemas de amortização, que utilizam a quitação e não incorporação dos juros ao saldo. A diferença entre Price e SFA é que no primeiro, a taxa cobrada é um pouco maior, porém isto não traz relação com a cobrança de juros sob juros, apenas com a capitalização de taxas.

Ultimamente, tem sido frequente a informação ao mutuário, seja em simulações efetuadas pela *internet*, seja no contrato de compra e venda, a informação da taxa de juros real, nominal e efetivo. Recentemente, a justiça brasileira obrigou os bancos a dispor o custo efetivo total das operações financeiras de crédito. Prática esta já adotada, há algum tempo, em outros países, segundo Garrity (2000).

Em algumas sentenças de magistrados sobre o assunto, é comum a determinação pela substituição da taxa proporcional pela taxa equivalente, com o propósito de se evitar a capitalização dos juros. Porém, a única consequência clara é a redução da taxa de juros, tendo em vista que a metodologia de cálculo continua a mesma.

Pelo mesmo raciocínio que um magistrado determina a substituição de uma taxa proporcional pela equivalente, pode-se alterar a taxa em contrato de 6% ao ano para 6,17% ao ano, taxa efetiva equivalente a 6 % ao ano nominal, mantida todas as demais condições de cálculo, eliminando-se a dúvida pela presença dos juros sobre juros.

4.1.5. Comparativo entre um fluxo do sistema Price e uma poupança com saques

Seguindo o raciocínio de taxas capitalizadas por juros capitalizados, amplia-se a comparação entre o fluxo de um empréstimo imobiliário (ativo), neste caso, regido pela tabela Price e a fonte de recursos de muitos dos empréstimos imobiliários: a caderneta de poupança (passivo).

Apresenta-se, na Tabela 10, comparativo de fluxo de desembolsos do saldo de uma conta poupança, em que seu titular tira uma quantia fixa mensalmente, supostamente para pagar seu empréstimo imobiliário, evoluído pela tabela Price.

Supondo que o mesmo tomador de um empréstimo de R\$ 30.000,00, contratado para ser liquidado em 10 anos, por uma taxa efetiva de 6% ao ano, deposite em sua caderneta de poupança os mesmos R\$ 30.000,00, considerando que o rendimento da aplicação se mantenha em 6% ao ano, neste caso desconsiderando a atualização monetária nas duas operações, e que efetue saques constantes para o pagamento da prestação do empréstimo.

Pela análise da Tabela 10, pode-se observar que a fórmula de cálculo de juros na caderneta de poupança e no financiamento imobiliário são exatamente os mesmos. Isso é facilmente identificado pelo fato de os valores apurados de juros e saldo devedor, mês a mês, serem exatamente os mesmos.

Tabela 10 – Comparativo Sistema Price x Caderneta de Poupança

Sistema Price					Poupança			
n	Pmt	Amortização	Juros	Saldo Devedor	n	Saques	Juros	Saldo
0	-	-	-	30.000,00	0			30.000,00
1	4.076,04	2.276,04	1.800,00	27.723,96	1	4.076,04	1.800,00	27.723,96
2	4.076,04	2.412,60	1.663,44	25.311,36	2	4.076,04	1.663,44	25.311,36
3	4.076,04	2.557,36	1.518,68	22.754,00	3	4.076,04	1.518,68	22.754,00
4	4.076,04	2.710,80	1.365,24	20.043,20	4	4.076,04	1.365,24	20.043,20
5	4.076,04	2.873,45	1.202,59	17.169,76	5	4.076,04	1.202,59	17.169,76
6	4.076,04	3.045,85	1.030,19	14.123,90	6	4.076,04	1.030,19	14.123,90
7	4.076,04	3.228,60	847,43	10.895,30	7	4.076,04	847,43	10.895,30
8	4.076,04	3.422,32	653,72	7.472,98	8	4.076,04	653,72	7.472,98
9	4.076,04	3.627,66	448,38	3.845,32	9	4.076,04	448,38	3.845,32
10	4.076,04	3.845,32	230,72	0,00	10	4.076,04	230,72	0,00

Utilizou-se a mesma taxa de juros nos dois fluxos, para esclarecer que o método de cálculo de juros entre a fonte dos recursos e o empréstimo imobiliário, é a mesma. Caso se utilizassem taxas diferentes, a comprovação seria a mesma, porém, os resultados não seriam tão claramente visíveis.

Na referida tabela, observa-se, ainda, que no fluxo da poupança, os juros resultantes foram sacados integralmente, além de parte do capital. Desta forma não houve incorporação de juros ao saldo, por terem sido sacados, não ocorrendo, dessa forma, o fenômeno dos juros sob juros ou a capitalização de juros.

Pode ser observado que o mesmo ocorre no fluxo do empréstimo evoluído pelo sistema Price. Em nenhum período considerado, os juros gerados são incorporados ao saldo devedor. Eles são pagos integralmente pela prestação, além de uma parte do saldo. Desta forma, entende-se não ser possível a capitalização de juros no método Price, respeitado o fluxo normal de pagamentos. Sendo que as formas possíveis de anatocismo ocorrem quando a parcela de pagamento for inferior aos juros, por algum reajustamento ou em caso de inadimplência, em que o credor incorpora ao saldo as prestações vencidas e não pagas.

4.1.6. Presença da exponencial na fórmula do Sistema Price

Outra fonte de argumentos para a defesa dos que acreditam na ocorrência da capitalização de juros, é o fato de existir variação exponencial no cálculo da fórmula do método Price. Pode-se observar que a existência da exponencial está associada apenas e tão somente ao critério de se encontrar um valor uniforme, em uma série de pagamentos e, portanto, não influencia o cálculo dos juros.

Cabe destacar que a “exponencial” existe na fórmula, tanto em seu divisor, quanto em seu dividendo e seu único objetivo é encontrar qual o valor de uma prestação que se manteria constante, na presença de amortizações e quitações mensais dos juros, ou seja, diante de um saldo devedor que será decrescente, com o objetivo de fazer com que a dívida seja quitada, juntamente com o pagamento da última prestação que, aliás, é o objetivo de todo e qualquer sistema de amortização consistente.

Finalmente, se a análise isolada da presença da exponencial numa fórmula garantisse o regime de juros compostos, o inverso também, seria verdadeiro, ou seja, uma fórmula de cálculo sem variações exponenciais estaria relacionada com os juros simples. Considerando este fato, o Sistema de Amortização Misto (SAM), a ser estudado na seção 4.4.1, seria um esquema misto, envolvendo juros compostos e juros simples, devido às suas características para cálculo da prestação.

Em vista dos resultados e análises desenvolvidas, entende-se que, no método Price, não ocorre a prática ilegal do anatocismo, desde que respeitado o fluxo normal de pagamentos.

4.2. SISTEMA DE AMORTIZAÇÃO CONSTANTE - SAC

Esquema de liquidação de empréstimos, onde a principal característica é a constância da amortização. Tem sido muito utilizado no Brasil para financiamentos imobiliários e, em muitos casos, é utilizado como substituto para o controverso método Price.

Na Tabela 11, experimenta-se um empréstimo de R\$ 30.000,00, por 10 anos, à taxa efetiva de 6% ao ano, no fluxo obtido pelo sistema SAC, conforme

rotinas de cálculos vistas na seção 2.3.2.

Tabela 11 – Evolução do Sistema de Amortização Constante

n	Pmt	Amortização	Juros	Saldo Devedor
0				30.000,00
1	4.800,00	3.000,00	1.800,00	27.000,00
2	4.620,00	3.000,00	1.620,00	24.000,00
3	4.440,00	3.000,00	1.440,00	21.000,00
4	4.260,00	3.000,00	1.260,00	18.000,00
5	4.080,00	3.000,00	1.080,00	15.000,00
6	3.900,00	3.000,00	900,00	12.000,00
7	3.720,00	3.000,00	720,00	9.000,00
8	3.540,00	3.000,00	540,00	6.000,00
9	3.360,00	3.000,00	360,00	3.000,00
10	3.180,00	3.000,00	180,00	0,00

É possível observar que os juros são calculados sob o saldo devedor do período imediatamente anterior. A amortização é o quociente entre o valor presente do empréstimo pelo prazo total e o saldo devedor é definido pela diferença entre o saldo do período anterior e a amortização do instante calculado.

Fica claro que, a cada parcela do período, primeiro liquidam-se os juros (J), e se ao final deste cálculo, restar algum valor, este é amortizado no saldo devedor.

Assim, é possível visualizar, caso a parcela (Pmt) seja maior que os juros, não existir a incorporação de juros, calculados sob o saldo devedor anterior, ao saldo devedor do instante calculado. Caso contrário, é possível a ocorrência da capitalização dos juros.

4.2.1. Regime de Capitalização de juros no SAC

Para avaliação do SAC, é utilizada a mesma metodologia realizada na comparação do método Price, com juros simples e juros compostos.

Portanto, para comparação, consideram-se para ambos os regimes 10 empréstimos, vencendo em um, dois, três até o décimo período e, levando-os à data zero para encontrar o correspondente Valor Presente Líquido (VPL).

A Tabela 12 mostra o VPL da prestação obtida pelo SAC, descapitalizada pela capitalização simples e pela capitalização composta. Para encontrar os resultados, utilizou-se a expressão (8), vista na seção 2.2.3.2.1.

Tabela 12 – VPL obtido pela descapitalização das prestações pelo método composto e simples - SAC

Período	Prestação descontada a juros COMPOSTOS	Prestação descontada a juros SIMPLES
1	4.528,30	4.528,30
2	4.111,78	4.125,00
3	3.727,91	3.762,71
4	3.374,32	3.435,48
5	3.048,81	3.138,46
6	2.749,35	2.867,65
7	2.474,01	2.619,72
8	2.221,04	2.391,89
9	1.988,78	2.181,82
10	1.775,70	1.987,50
0	30.000,00	31.038,53
	VPL = 0	VPL= - 1.038,53

Conforme foi verificado, a prestação resultante do sistema de amortização constante, descontada em juros compostos, retorna um VPL, na data zero, de zero. A mesma prestação descontada pelo método de juros simples retorna na data zero, o valor R\$ 1.038,53. Dessa forma, tem-se o argumento de que o sistema de amortização constante é regido pela capitalização composta de juros, já que descapitalizando suas prestações pelo método composto, seu valor presente líquido é igual a zero. Sendo que o mesmo procedimento descontado pelo regime de juros simples, retornou valor diferente de zero, descaracterizando, assim, sua evolução pelo regime de capitalização simples.

Em busca de mais elementos matemáticos, que evidenciem o regime de capitalização, analisou-se o referido fluxo de caixa para determinar a sua taxa efetiva, encontrando sua TIR. No regime composto, com auxílio da calculadora financeira HP12C, de acordo com a fórmula vista na seção 2.2.3.3:

```
<f> <REG> 30000 <CHS> <g> <CF0> 4800 <g> <CFj> 4620 <g> <CFj> 4440
<g> <CFj> 4260 <g> <CFj> 4080 <g> <CFj> 3900 <g> <CFj> 3720 <g> <CFj>
3540 <g> <CFj> 3360 <g> <CFj> 3180 <f> <IRR> = 6%
```

No regime simples, utilizou-se o Método Interpolador de Newton.

$$30.000,00 = \frac{4.800,00}{(1+i*1)} + \frac{4.620,00}{(1+i*2)} + \frac{4.440,00}{(1+i*3)} + \dots + \frac{3.180,00}{(1+i*10)}$$

A equação busca a taxa (i), tal que o valor presente seja R\$ 30.000. Estimando 6%, obtém-se um VPL de R\$ 31.038,53. Ao estimar 7,5%, resulta um VPL de R\$ 29.515,80.

$$\frac{i - 6\%}{7,5\% - 6\%} = \frac{30.000,00 - 31.038,53}{29.515,80 - 31.038,53} \rightarrow i = 7,00\%$$

Observa-se, portanto, que avaliando os fluxos, descapitalizado pelo método de juros compostos, o seu resultado é igual à taxa efetiva contratada, ou seja, 6% ao ano. O mesmo não ocorre quando utilizado o método de desconto em juros simples, resultando numa taxa de aproximadamente 7,00% ao ano.

Em vista das análises descritas, o método do VPL e o cálculo da TIR, expõem subsídios suficientes para se afirmar, com embasamento matemático, que o regime de capitalização, aplicado à tabela SAC, é o regime de capitalização composto.

4.2.2. Anatocismo no Sistema de Amortização Constante

Resta, portanto, analisar se no sistema de amortização constante, evoluindo pelo regime composto de capitalização, existe a prática do anatocismo. Para tanto, utilizou-se o mesmo formato de planilha de desenvolvimento de pagamentos e amortizações, visando esclarecer a referida prática. A Tabela 13 detalha as informações.

Tabela 13 – Evolução do fluxo de pagamentos obtido através do sistema SAC

Período	SD Inicial	Prestação	Juros Vencidos	Juros Pagos	Amortização	SD Final
0	30.000,00	-	-	-	-	30.000,00
1	30.000,00	4.800,00	1.800,00	1.800,00	3.000,00	27.000,00
2	27.000,00	4.620,00	1.620,00	1.620,00	3.000,00	24.000,00
3	24.000,00	4.440,00	1.440,00	1.440,00	3.000,00	21.000,00
4	21.000,00	4.260,00	1.260,00	1.260,00	3.000,00	18.000,00
5	18.000,00	4.080,00	1.080,00	1.080,00	3.000,00	15.000,00
6	15.000,00	3.900,00	900,00	900,00	3.000,00	12.000,00
7	12.000,00	3.720,00	720,00	720,00	3.000,00	9.000,00
8	9.000,00	3.540,00	540,00	540,00	3.000,00	6.000,00
9	6.000,00	3.360,00	360,00	360,00	3.000,00	3.000,00
10	3.000,00	3.180,00	180,00	180,00	3.000,00	-
TOTAL			9.900,00	9.900,00		

Observa-se que durante os 10 períodos, todos os juros vencidos são liquidados no mesmo instante. Não havendo incorporação ao saldo de juros vencidos e não pagos. Desta forma, não compreende o ato de receber à vista os juros vencidos, sem incorporá-los ao saldo devedor, constituir capitalização.

Assim, apesar do sistema sofrer capitalização composta, não existe, em qualquer instante dos eventos, a capitalização dos juros ao saldo e, conseqüente, impossibilidade de nova majoração.

Em vista dos resultados e análises desenvolvidas, entende-se que no método SAC, não ocorre a prática ilegal do anatocismo, desde que respeitado o fluxo normal de pagamentos.

4.2.3. Questionamentos em relação ao Sistema de Amortização

O SAC também, é alvo de questionamentos legais quanto a alguns fatores, porém em menor intensidade quanto ao método Price.

Ficou demonstrado, porém, que o SAC tem coerência matemática; liquida seu saldo no prazo previsto, à taxa de juros pactuada, e ainda obedeceu às três regras estabelecidas por Chaves (2002), para ser considerado como um sistema de amortização:

- 1º - O valor de cada prestação é composto por duas parcelas, uma delas é a devolução do principal ou parte dele, denominada

Amortização e a outra parcela são os juros que representam o custo do empréstimo;

2^o - O valor dos juros de cada prestação é sempre calculado sobre o saldo devedor do empréstimo, aplicando a taxa de juros contratada;

3^o - Primeiro, liquidou-se os juros vencidos e, posteriormente, liquidou-se parte do capital.

Não se pode imputar ao sistema de amortização a responsabilidade pela capitalização de juros, visto que o critério para se apropriar dos juros nos contratos de longo prazo, são os mesmos em quaisquer dos modelos de amortização.

O SAC, pelos estudos até aqui desenvolvidos, evolui a juros compostos e não apresentou indícios de incorporação dos juros. Inclusive, em sua fórmula de cálculo, não ocorre a variação exponencial, muito criticada no sistema Price. Pode-se concluir que a questão da ilegalidade está relacionada à oportunidade e não aos conceitos relacionados à sua aplicação. Os sistemas até aqui estudados, apresentam a característica de juros compostos, porém, num fluxo normal de pagamentos, não provocam a oportunidade da incorporação de juros ao saldo; dessa forma, não ocorre o fato gerador, descaracterizando a ilegalidade.

4.3. COMPARATIVO ENTRE OS MÉTODOS SAC E PRICE

Advindo de todo questionamento legal sobre a capitalização de juros, o sistema Price tem sido evitado pelas instituições financeiras, justamente pela insegurança jurídica instaurada. Porém, conforme visto, o sistema Price, em sua essência, não traz consigo características prejudiciais ao consumidor.

A insegurança criada levou a maioria das instituições a evitar sua utilização, valendo-se do Sistema de Amortização Constante (SAC), que supera os questionamentos legais com maior facilidade.

Porém, conforme matéria veiculada no jornal O Globo (2009), o governo pretendia reativar o uso do sistema Price, no programa Minha Casa Minha

Vida, lançado em abril de 2009, demonstrando que apesar de evitado, o controverso sistema, ainda era preferido pelos governantes da época.

Neste ponto, pretende-se comparar os dois métodos de amortização, para avaliação de seus pontos fortes e fracos, com base nos dados da Tabela 14.

Tabela 14 – Comparativo Price e SAC

PRICE					SAC			
n	Pmt	Amortização	Juros	Saldo Devedor	Pmt	Amortização	Juros	Saldo Devedor
0	-	-	-	30.000,00	-	-	-	30.000,00
1	4.076,04	2.276,04	1.800,00	27.723,96	4.800,00	3.000,00	1.800,00	27.000,00
2	4.076,04	2.412,60	1.663,44	25.311,36	4.620,00	3.000,00	1.620,00	24.000,00
3	4.076,04	2.557,36	1.518,68	22.754,00	4.440,00	3.000,00	1.440,00	21.000,00
4	4.076,04	2.710,80	1.365,24	20.043,20	4.260,00	3.000,00	1.260,00	18.000,00
5	4.076,04	2.873,45	1.202,59	17.169,76	4.080,00	3.000,00	1.080,00	15.000,00
6	4.076,04	3.045,85	1.030,19	14.123,90	3.900,00	3.000,00	900,00	12.000,00
7	4.076,04	3.228,60	847,43	10.895,30	3.720,00	3.000,00	720,00	9.000,00
8	4.076,04	3.422,32	653,72	7.472,98	3.540,00	3.000,00	540,00	6.000,00
9	4.076,04	3.627,66	448,38	3.845,32	3.360,00	3.000,00	360,00	3.000,00
10	4.076,04	3.845,32	230,72	0,00	3.180,00	3.000,00	180,00	0,00
Total	40.760,4	30.000	10.760,39		39.900	30.000	9.900	

Conforme visto, são dois métodos evoluídos a juros compostos, que não preservam a característica de incorporação de juros ao saldo. Caracterizam-se pela constância, um, em relação à prestação e o outro, à amortização, liquidando o saldo devedor no último período do fluxo.

Quanto ao cálculo dos juros propriamente dito, estes se dão exatamente da mesa forma, visto que adotam o critério de quitação dos juros, na data de sua incidência, sem incorporá-los ao saldo devedor, como é o caso de todos os sistemas de amortização praticados nas operações de crédito imobiliário (Tabela Price, SAC – Sistema de Amortização Constante, SAM – Sistema de Amortização Misto, etc.).

Dessa forma, admitindo-se que o sistema Price possui capitalização de juros, ter-se-ia que admitir que todos os outros sistemas de amortização estudados, neste trabalho, também a teriam, visto que o critério de apuração de juros é exatamente o mesmo.

Considera-se que a única possibilidade de ocorrência do anatocismo, em ambos os sistemas, ocorre no caso em que os juros não são pagos integralmente no seu vencimento, ou seja, sejam parcial ou integralmente incorporados ao saldo devedor, passando a compor, junto com o capital, a base de cálculo de juros nos períodos seguintes.

O que difere o sistema SAC do Price, os quais utilizam o pagamento periódico de juros e amortizações, é somente o critério de cálculo do valor da prestação inicial.

Muitos argumentam que a magnitude dos juros, maior na tabela Price, quando comparada ao SAC, a partir do segundo período, comprova sua ilegalidade. Pode ser observada na Tabela 14, uma diferença de R\$ 43,44 na magnitude dos juros, já no segundo período do fluxo. Porém, tal fato não decorre de incorreção da tabela Price. Simplesmente ocorre por sua prestação, na fase inicial do fluxo, ser menor que a prestação no SAC.

Comparando-se as tabelas, pode-se verificar que a primeira prestação paga no SAC foi de R\$ 4.800,00, enquanto no sistema Price, o valor pago foi de R\$ 4.076,04, ou seja, menor em R\$ 723,96. Portanto, a diferença de juros de R\$ 43,44, nada mais é que a taxa sobre a diferença que foi paga no SAC ($J=723,96 * 0,06=43,440$). Assim, a diferença apurada em nada tem a ver com critério de formação de juros sob juros, somente com uma característica do sistema, que pode ser observada mês a mês.

Importante destacar que, caso o mutuário optasse por quitar a dívida no ato do pagamento da primeira prestação, o faria exatamente pelo valor do capital emprestado, deduzida a quota de amortização da primeira prestação. Não estaria pagando um centavo sequer de juros futuros, ou seja, teria que desembolsar, em qualquer um dos sistemas, o valor de R\$ 31.800,00 (na Tabela Price obtida pelo somatório da primeira prestação de R\$ 4.076,04 somada ao saldo devedor restante de R\$ 27.723,96 e no SAC, obtida pelo somatório da primeira prestação de R\$ 4.800,00 somada ao saldo devedor restante de R\$ 27.000,00).

A partir disso, pode-se sustentar que a grande vantagem do sistema Price, em relação às outras modalidades, é que este prevê mensalidades iniciais menores, o que facilita o acesso ao crédito, já que a concessão de um

financiamento está vinculada à capacidade de pagamento inicial do mutuário. A principal desvantagem é que este sistema implica em uma amortização inicial pequena do saldo devedor, dando a impressão de se estar pagando somente juros e não liquidando a dívida.

Quanto ao método SAC, sua grande vantagem é a constância da amortização, que mantém o decréscimo do saldo devedor. Isso proporciona ao mutuário a impressão de liquidação mais rápida de sua dívida, ao mesmo tempo em que observa suas prestações decrescentes. Outra vantagem do SAC, é que seu recálculo anual não permite saldo devedor residual ao final do contrato. Porém, suas prestações iniciais são maiores que o Price, o que pode dificultar o acesso ao crédito, devido ao comprometimento de renda do mutuário; motivo pelo qual o governo pretendia reativar a utilização do sistema Price.

Uma possível solução para a tabela Price consiste na sua utilização em financiamentos, com juros pré-fixados; com índices travados em que a Taxa Referencial de Juros (TR) já esteja embutida, assim como acontece nos crediários de lojas de departamentos. Neste caso, existe uma segurança jurídica maior, enquanto a questão não é efetivamente resolvida.

4.4. ANÁLISE DE OUTROS MODELOS

A análise dos sistemas de amortização não seria completa se não se investigassem outros sistemas de amortização, utilizados em nossa economia, porém, com menor intensidade. Desta forma, em seguida, avaliam-se os sistemas SAM, SACRE e SAA.

4.4.1. Sistema de Amortização Misto - SAM

Derivado do sistema SAC e Price, sua característica principal é que os componentes da planilha de fluxo resultam da média aritmética destes dois sistemas. Assim, por consequência, as conclusões obtidas sobre o sistema Price e SAC se aplicam ao SAM.

Apenas para ratificar as conclusões, utiliza-se um exemplo de um empréstimo de R\$ 30.000,00, obtido a uma taxa efetiva de 6% ao ano, por um prazo de 10 anos. Os valores são calculados de acordo com o exposto na seção 2.3.3.

$$Pmt = \frac{Pmt_{SAC} + Pmt_{Price}}{2} \quad (9)$$

A prestação do SAM decresce à mesma constante do SAC, dividido por dois. Isto ocorre devido à prestação vinda da Price ser constante e a prestação do SAC decrescer a uma constante.

Para elaboração da planilha, os juros são calculados pela incidência da taxa de 6% ao ano, no saldo devedor; encontra-se a amortização pela diferença entre prestação e juros e o saldo devedor pela diferença do saldo no período anterior pela amortização do instante atual. Na Tabela 15, exemplifica-se a evolução do sistema.

Tabela 15 – Evolução do Sistema de Amortização Misto

n	Pmt	Amortização	Juros	Saldo Devedor
0	-	-	-	30.000,00
1	4.438,02	2.638,02	1.800,00	27.361,98
2	4.348,02	2.706,30	1.641,72	24.655,68
3	4.258,02	2.778,68	1.479,34	21.877,00
4	4.168,02	2.855,40	1.312,62	19.021,60
5	4.078,02	2.936,72	1.141,30	16.084,88
6	3.988,02	3.022,93	965,09	13.061,95
7	3.898,02	3.114,30	783,72	9.947,65
8	3.808,02	3.211,16	596,86	6.736,49
9	3.718,02	3.313,83	404,19	3.422,66
10	3.628,02	3.422,66	205,36	0,00

Utiliza-se a equivalência de capitais, o valor do dinheiro no tempo, para provar o regime de capitalização utilizado, transportando os valores à data focal zero.

A Tabela 16 mostra o VPL da prestação obtida pelo sistema SAM, calculado pela expressão (6), descapitalizada pelos regimes simples e composto.

Tabela 16 – VPL obtido pela descapitalização das prestações pelos métodos composto e simples - SAM

Período	Prestação descontada a juros COMPOSTOS	Prestação descontada a juros SIMPLES
1	4.186,81	4.186,81
2	3.869,72	3.882,16
3	3.575,12	3.608,49
4	3.301,46	3.361,31
5	3.047,33	3.136,94
6	2.811,40	2.932,37
7	2.592,41	2.745,08
8	2.389,20	2.572,99
9	2.200,69	2.414,30
10	2.025,87	2.267,51
0	30.000,00	31.107,95
	VPL = 0	VPL= -1.107,95

A partir dos resultados da Tabela 16, pode-se verificar que as parcelas do fluxo somente são equivalentes ao capital aplicado, a taxa efetiva de 6%, quando descapitalizadas a juros compostos. Sendo que as mesmas prestações descontadas a juros simples, retornam um valor de R\$ 1.107,95 maior que o investido, ou seja, R\$ 31.107,95.

Pode-se afirmar, portanto, que ao se avaliarem os sistemas de amortização, pelo cálculo do seu VPL a juros compostos, e se o seu resultado for igual a zero, o empréstimo foi realizado a uma taxa efetiva no regime de juros compostos. Da mesma forma, se o resultado for diferente de zero, o empréstimo não foi realizado com aplicação de taxa no regime composto de juros.

Em busca de mais elementos matemáticos, que evidenciem o regime de capitalização, analisou-se o referido fluxo de caixa, para determinar a sua taxa efetiva, encontrando sua Taxa Interna de Retorno (TIR).

No regime composto, com auxílio da calculadora financeira HP12C, de acordo com a expressão vista na seção 2.2.3.3:

```
<f> <REG> 30000 <CHS> <g> <CF0> 4438,02 <g> <CFj> 4.348,02 <g> <CFj>
4.258,02 <g> <CFj> 4.168,02 <g> <CFj> 4.078,02 <g> <CFj> 3.988,02 <g>
<CFj> 3.898,02 <g> <CFj> 3.808,02 <g> <CFj> 3.718,02 <g> <CFj> 3.628,02
<g> <CFj><f> <IRR> = 6,00%
```

No regime simples, utilizou-se o Método Interpolador de Newton, para encontrar a taxa.

$$30.000,00 = \frac{4.438,02}{(1+i*1)} + \frac{4.348,02}{(1+i*2)} + \frac{4.258,02}{(1+i*3)} + \dots + \frac{3.628,02}{(1+i*10)}$$

A equação busca a taxa (i), tal que o valor presente seja R\$ 30.000. Estimando 6%, obtém-se um VPL de 31.107,95. Ao estimar 7,5%, resulta um VPL de R\$ 29.536,53. Assim, tem-se:

$$\frac{i - 6\%}{7,5\% - 6\%} = \frac{30.000,00 - 31.107,95}{29.536,53 - 31.107,95} \rightarrow i = 7,06\%$$

Observa-se, portanto, que avaliando o fluxo descapitalizado pelo método de juros compostos, o seu resultado é igual à taxa efetiva contratada, ou seja, 6% ao ano. O mesmo não ocorre, quando utilizado o método de desconto em juros simples, resultando numa taxa de 7,06% ao ano.

Em vista das análises descritas, o método do VPL e o cálculo da TIR expõem subsídios suficientes para se afirmar, com embasamento matemático, que o regime de capitalização aplicado ao SAM, é o regime composto, concordando com as conclusões do sistema Price e do SAC.

Em relação à presença do anatocismo, ou seja, da capitalização de juros ao saldo, conforme avaliação da Tabela 15, é possível observar que todos os juros resultantes de cada período, são integralmente pagos no mesmo período, não existindo incorporação de juros ao saldo devedor, impossibilitando a ocorrência de juros sob juros. Esta afirmação é factível, desde que, seja respeitado o fluxo normal de pagamentos e desconsiderados os fatores exógenos, como a inflação.

Conclui-se que o SAM, sistema derivado do SAC e Price, evolui no regime composto de juros, porém, somente esta característica não o qualifica na ocorrência do anatocismo, visto que os juros decorrentes do seu fluxo de caixa são liquidados no mesmo instante em que são calculados. Assim, não é possível um valor liquidado integralmente, ser adicionado ao capital e ser majorado novamente. Portanto, conclui-se pela não ocorrência de juros sobre juros no SAM, desde que respeitado o fluxo normal de pagamentos.

4.4.2. Sistema de Amortização Crescente - SACRE

Sua principal característica é a amortização crescente, em progressão geométrica, com razão do quociente entre a amortização de um período pela amortização do período anterior, exceto no recálculo anual da prestação ou na última prestação, onde é realizado um encontro entre saldo e amortização.

A prestação do SACRE é encontrada, seguindo a mesma metodologia do SAC, ou seja, uso do valor da amortização constante mais os juros do período, permanecendo constante por 12 meses, quando ocorre o recálculo. A diferença é que o SACRE mantém o valor das prestações por 12 meses, enquanto no SAC, esta é decrescente em progressão aritmética.

Para avaliar o Sistema de Amortização Crescente, utiliza-se, como exemplo, um empréstimo de R\$ 30.000,00, a ser liquidado em 10 anos, a uma taxa efetiva de 6% ao ano. Na prática, a prestação é recalculada a cada 12 meses. A Tabela 17 mostra o fluxo do financiamento. Os valores são calculados conforme exposto na seção 2.3.4.

Tabela 17 – Evolução do Sistema de Amortização Crescente

n	Pmt	Amortização	Juros	Saldo Devedor
0	-	-	-	30.000,00
1	4.800,00	3.000,00	1.800,00	27.000,00
2	4.800,00	3.180,00	1.620,00	23.820,00
3	4.800,00	3.370,80	1.429,20	20.449,20
4	4.800,00	3.573,05	1.226,95	16.876,15
5	4.800,00	3.787,43	1.012,57	13.088,72
6	4.800,00	4.014,68	785,32	9.074,04
7	4.800,00	4.255,56	544,44	4.818,49
8	4.800,00	4.510,89	289,11	307,60
9	326,05	307,60	18,46	0,00
10				0,00

O fato de o sistema liquidar o empréstimo antecipadamente e com sobra, pagando uma prestação maior que os demais sistemas, faz com que o SACRE desembolse menos juros, no valor histórico, embora a taxa de juros se mantenha exatamente a mesma.

Para se avaliar o regime de capitalização do sistema, utiliza-se a equivalência de capitais, o valor do dinheiro no tempo, para provar o regime de capitalização utilizado, transportando os valores à data focal zero.

A Tabela 18 mostra o VPL da prestação, obtida pelo SACRE, descapitalizada pelo regime simples e composto.

Tabela 18 - VPL obtido pela descapitalização das prestações pelos métodos composto e simples - SACRE

Período	Prestação descontada a juros COMPOSTOS	Prestação descontada a juros SIMPLES
1	4.528,30	4.528,30
2	4.271,98	4.285,71
3	4.030,17	4.067,80
4	3.802,05	3.870,97
5	3.586,84	3.692,31
6	3.383,81	3.529,41
7	3.192,27	3.380,28
8	3.011,58	3.243,24
9	192,99	211,72
10	-	-
0	30.000,00	30.809,75
	VPL = 0	VPL = - 809,75

A partir dos resultados mostrados na Tabela 18, pode-se verificar que as parcelas do fluxo somente são equivalentes ao capital aplicado, a taxa efetiva de 6%, quando descapitalizadas a juros compostos. Sendo que as mesmas prestações descontadas a juros simples retornam um valor de R\$ 809,75 maior que o investido, ou seja, de R\$ 30.809,75.

Pode-se afirmar, portanto, que ao se avaliarem os sistemas de amortização, pelo cálculo do seu VPL a juros compostos, e se o seu resultado for igual a zero, o empréstimo foi realizado a uma taxa efetiva no regime de juros compostos. Da mesma forma, se o resultado for diferente de zero, o empréstimo não foi realizado com aplicação de taxa no regime composto de juros.

Em busca de mais elementos matemáticos, que evidenciem o regime de capitalização, analisou-se o referido fluxo de caixa, para determinar a sua taxa efetiva, encontrando sua Taxa Interna de Retorno (TIR).

No regime composto, com auxílio da calculadora financeira HP12C e a

expressão vista em 2.2.3.3:

$$\langle f \rangle \langle REG \rangle 30000 \langle CHS \rangle \langle g \rangle \langle CF_0 \rangle 4800 \langle g \rangle \langle CF_j \rangle 8 \langle g \rangle \langle N_j \rangle \langle CF_j \rangle 326,05 \langle g \rangle \langle CF_j \rangle \langle f \rangle \langle IRR \rangle = 6,00\%$$

No regime simples, utilizou-se o Método Interpolador de Newton para encontrar a taxa.

$$30.000,00 = \frac{4.800,00}{(1+i*1)} + \frac{4.800,00}{(1+i*2)} + \frac{4.800,00}{(1+i*3)} + \dots + \frac{326,05}{(1+i*9)}$$

A equação busca a taxa (i), tal que o valor presente seja R\$ 30.000. Estimando 6% obtém-se um VPL de R\$ 30.809,75. Ao estimar 7,5% resulta um VPL de R\$ 29.393,16.

$$\frac{i - 6\%}{7,5\% - 6\%} = \frac{30.000,00 - 30.809,75}{29.393,16 - 30.809,75} \rightarrow i = 6,86\%$$

Observa-se, portanto, que avaliando o fluxo descapitalizado pelo método de juros compostos, o seu resultado é igual à taxa efetiva contratada, ou seja, 6% ao ano. O mesmo não ocorre, quando utilizado o método de desconto em juros simples, resultando numa taxa de 6,86% ao ano.

Em vista das análises efetuadas, o método do VPL e o cálculo da TIR, expõem subsídios suficientes para se afirmar, com base matemática, que o regime de capitalização aplicado ao SACRE é o regime composto.

Em relação à presença do anatocismo, ou seja, da capitalização de juros, conforme avaliação da Tabela 17, é possível observar que todos os juros resultantes de cada período, são integralmente pagos no mesmo período, não existindo incorporação de juros ao saldo devedor, dessa forma, impossibilitando a ocorrência de juros sob juros. Esta afirmação é factível, desde que seja respeitado o fluxo normal de pagamentos e desconsiderados os fatores exógenos, como a inflação.

Conclui-se que o SACRE, sistema criado pela Caixa Econômica Federal e derivado do SAC, evolui no regime composto de juros, porém, somente esta característica não o qualifica na ocorrência do anatocismo, visto que os juros decorrentes do seu fluxo de caixa são liquidados no mesmo instante em que

são calculados. Assim, não é possível o valor liquidado integralmente ser adicionado ao capital e majorado novamente. Portanto, conclui-se pela não ocorrência de juros sob juros no SACRE, desde que respeitado o fluxo normal de pagamentos.

4.4.3. Sistema de Amortização Americano - SAA

Este sistema foi desenvolvido para liquidação de operações, por meio de pagamentos periódicos e sucessivos, somente de encargos financeiros (juros), que são determinados pela incidência da taxa efetiva periódica sobre o saldo devedor do período anterior. A amortização do saldo ocorre em cota única, no último período do fluxo.

Trata-se de uma série postecipada, em que o valor presente ocorre um período antes da primeira parcela e o valor futuro, na mesma data da última, mais o pagamento final de juros. A Tabela 19 mostra o fluxo do exemplo de um empréstimo de R\$ 30.000,00, para ser liquidado em 10 anos, a uma taxa efetiva de 6% ao ano. Os valores são calculados de acordo com o exposto na seção 2.3.5.

Tabela 19 – Evolução do Sistema de Amortização Americano

n	Pmt	Amortização	Juros	Saldo Devedor
0	-	-	-	30.000,00
1	1.800,00	-	1.800,00	30.000,00
2	1.800,00	-	1.800,00	30.000,00
3	1.800,00	-	1.800,00	30.000,00
4	1.800,00	-	1.800,00	30.000,00
5	1.800,00	-	1.800,00	30.000,00
6	1.800,00	-	1.800,00	30.000,00
7	1.800,00	-	1.800,00	30.000,00
8	1.800,00	-	1.800,00	30.000,00
9	1.800,00	-	1.800,00	30.000,00
10	31.800,00	30.000,00	1.800,00	-

Para se avaliar o regime de capitalização do sistema, utiliza-se a equivalência de capitais, o valor do dinheiro no tempo, para provar o regime de capitalização utilizado, transportando os valores à data focal zero.

A Tabela 20 mostra o VPL da prestação obtida pelo SAA, descapitalizada pelo regime simples e composto.

Tabela 20 - VPL obtido pela descapitalização das prestações pelos métodos composto e simples - SAA

Período	Prestação descontada a juros COMPOSTOS	Prestação descontada a juros SIMPLES
1	1.698,11	1.698,11
2	1.601,99	1.607,14
3	1.511,31	1.525,42
4	1.425,77	1.451,61
5	1.345,06	1.384,62
6	1.268,93	1.323,53
7	1.197,10	1.267,61
8	1.129,34	1.216,22
9	1.065,42	1.168,83
10	17.756,95	19.875,00
0	30.000,00	32.518,09
	VPL = 0	VPL = - 2.518,09

A partir dos resultados observados na Tabela 20, pode-se verificar que as parcelas do fluxo somente são equivalentes ao capital aplicado, à taxa efetiva de 6%, quando descapitalizadas a juros compostos. Sendo que as mesmas prestações, descontadas a juros simples, retornam um valor de R\$ 2.518,09, maior que o investido, ou seja, de R\$ 32.518,09.

Pode-se afirmar, portanto, que ao se avaliarem os sistemas de amortização, pelo cálculo do seu VPL, a juros compostos, e se o seu resultado for igual a zero, o empréstimo foi realizado a uma taxa efetiva no regime de juros compostos. Da mesma forma, se o resultado for diferente de zero, o empréstimo não foi realizado com aplicação de taxa no regime composto de juros.

Em busca de mais elementos matemáticos que evidenciem o regime de capitalização, analisou-se o referido fluxo de caixa, para determinar a sua taxa efetiva, encontrando sua Taxa Interna de Retorno (TIR).

No regime composto, com auxílio da calculadora financeira HP12C, de acordo com a expressão vista em 2.2.3.3:

```
<f> <REG> 30000 <CHS> <g> <CF0> 1800 <g> <CFj> 9 <g> <Nj> <CFj>
31800 <g> <CFj><f> <IRR> = 6,00%
```

No regime simples, utilizou-se o Método Interpolador de Newton para encontrar a taxa.

$$30.000,00 = \frac{1.800,00}{(1+i*1)} + \frac{1.800,00}{(1+i*2)} + \frac{1.800,00}{(1+i*3)} + \dots + \frac{31.800,00}{(1+i*10)}$$

A equação busca a taxa (i), tal que o valor presente seja R\$ 30.000. Estimando 6%, obtém-se um VPL de R\$ 32.518,09. Ao estimar 8%, resulta um VPL de R\$ 30.195,49. Assim tem-se:

$$\frac{i - 6\%}{8\% - 6\%} = \frac{30.000,00 - 32.518,09}{30.195,49 - 32.518,09} \rightarrow i = 7,63\%$$

Observa-se, portanto, que avaliando o fluxo descapitalizado, pelo método de juros compostos, o seu resultado é igual à taxa efetiva contratada, ou seja, 6% ao ano. O mesmo não ocorre, quando utilizado o método de desconto em juros simples, resultando numa taxa de 7,63% ao ano.

Em vista às análises descritas, o método do VPL e o cálculo da TIR, expõem subsídios suficientes para se afirmar, com rigor matemático, que o regime de capitalização aplicado ao SAA é o regime composto, seguindo as conclusões do sistema SAC.

Em relação à presença do anatocismo, ou seja, da capitalização de juros, na Tabela 19, é possível observar que todos juros resultante de cada período são integralmente pago no mesmo instante, não existindo incorporação de juros ao saldo devedor; dessa forma, impossibilitando a ocorrência de juros sob juros. Esta afirmação é factível, desde que, seja respeitado o fluxo normal de pagamentos e desconsiderados os fatores exógenos, como a inflação.

Conclui-se que o SAA evolui no regime composto de juros, porém, somente esta característica não o qualifica à ocorrência do anatocismo, visto que os juros decorrentes do seu fluxo de caixa são liquidados no mesmo instante em que são calculados. Assim, não é possível o valor liquidado integralmente ser adicionado ao capital e majorado novamente. Portanto, conclui-se pela não ocorrência de juros sob juros no SAA, desde que respeitado o fluxo normal de pagamentos.

4.5. MÉTODO LINEAR PONDERADO – MÉTODO DE GAUSS

O nome de Johann Friedrich Gauss está associado ao sistema de amortização, que tem como principal característica a liquidação de empréstimos, por meio de prestações periódicas e constantes. Gauss utilizou a fórmula da soma dos termos de uma progressão aritmética, para o desenvolvimento da fórmula do cálculo das referidas prestações, quando da equivalência entre as prestações constantes e o valor do empréstimo, na data do vencimento da série de pagamentos.

Pretensamente desenvolvido no regime de juros simples, sua equivalência é realizada ao final da série de pagamentos. Liquida as operações por meio de pagamentos periódicos, iguais e sucessivos, resultado do somatório dos encargos financeiros (juros) e da parcela de capital (amortização), que é crescente em progressão aritmética. É utilizada com o intuito de substituir a Tabela Price, que se realiza no regime de juros compostos, com a amortização crescente, em progressão geométrica, alvo dos questionamentos legais.

4.5.1. Regime de capitalização dos juros – Método de Gauss

Aplicando os conceitos ao exemplo utilizado, a Tabela 21 apresenta a evolução do empréstimo de R\$ 30.000,00 (PV), à taxa efetiva de 6% ao ano (i) por 10 anos (n), segundo a metodologia de Gauss, construída baseando-se na seção 2.3.6, especificamente à Tabela 6, apresentada naquela seção.

Tabela 21 – Evolução do Método de Gauss

Período	Prestação	Juros	Amortização	Saldo Devedor
1	3.779,53	1.417,32	2.362,20	27.637,80
2	3.779,53	1.275,59	2.503,94	25.133,86
3	3.779,53	1.133,86	2.645,67	22.488,19
4	3.779,53	992,13	2.787,40	19.700,79
5	3.779,53	850,39	2.929,13	16.771,66
6	3.779,53	708,66	3.070,87	13.700,79
7	3.779,53	566,93	3.212,60	10.488,19
8	3.779,53	425,20	3.354,33	7.133,86
9	3.779,53	283,46	3.496,06	3.637,80
10	3.779,53	141,73	3.637,80	0,00

Somente com a visão conceitual obtida sobre o modelo, pode-se encontrar uma inconsistência matemática. O valor dos juros mensais foi o resultado da subtração da prestação constante pela amortização do instante calculado. Nota-se, portanto, que não existe nenhuma relação de aplicação dos juros ao capital inicial, o que conceitualmente descaracteriza a capitalização simples, visto que, para se ter capitalização simples, a taxa de juros deve incidir sobre o capital aplicado à data zero, o que não ocorre no exemplo desenvolvido ao método de Gauss. Invertendo a situação: se você aplica R\$ 30.000,00, hoje, à taxa efetiva de 6% ao ano, espera-se, no final do primeiro ano, juros no valor de R\$ 1.800,00 e não de R\$ 1.417,32.

Em busca de mais subsídios para fomentar as conclusões, utiliza-se a equivalência de capitais, o valor do dinheiro no tempo, para verificar o regime de capitalização utilizado, transportando os valores à data focal zero. Isso é necessário, pois na capitalização simples, os juros vencem a termo, isto é, não é permitido o pagamento de partes do capital, por não se admitir o fracionamento do prazo. Assim, o total dos juros e o capital inicial têm de ser resgatados ou liquidados de uma só vez, caracterizando uma única operação, conforme explicam Francisco (1985), Faro (1989) e Mathias e Gomes (1984). Portanto, para comparação, considera-se como se fossem 10 empréstimos, vencendo do primeiro até o décimo período; e levando-os à data zero para encontrar o correspondente Valor Presente Líquido (VPL).

Segundo Puccini (2006), “o Valor Presente Líquido de um fluxo de caixa é igual ao valor presente de suas parcelas futuras, que são descontadas a uma determinada taxa, somado algebricamente com a grandeza colocada no ponto

zero”.

A Tabela 22 mostra o VPL da prestação obtida pelo modelo de Gauss, descapitalizada pelo método simples e pelo método composto.

Tabela 22 – VPL obtido pela descapitalização das prestações pelo método composto e simples

n	Prestação descontada a juros COMPOSTOS	Prestação descontada a juros SIMPLES
1	3.565,59	3.565,59
2	3.363,76	3.374,58
3	3.173,36	3.202,99
4	2.993,74	3.048,01
5	2.824,28	2.907,33
6	2.664,40	2.779,06
7	2.513,60	2.661,64
8	2.371,32	2.553,73
9	2.237,09	2.454,24
10	2.110,47	2.362,20
0	27.817,61	28.909,37
	VPL = 2.182,39	VPL = 1.090,63

Pode-se verificar que dez prestações iguais, descontadas à taxa de 6% ao ano, em juros simples, não equivalem, na data zero, ao valor emprestado de R\$ 30.000,00, restando um saldo devedor de R\$ 1.090,63. Esta característica leva a entender que se um sistema descapitalizado a juros simples, na data zero, não retornou um VPL igual a zero, este sistema também, não foi capitalizado pelo modelo simples de juros.

Da mesma forma, o fluxo descontado pelo regime composto de juros, retornou um saldo de R\$ 2.182,39. Assim, os pagamentos não liquidariam o valor total do empréstimo, restando saldo a quitar.

Resta, portanto, a dificuldade em obter o regime de capitalização que rege os fluxos no método linear ponderado. Suas características envolvem uma data de comparação (focal), ao final do período, que no caso do sistema de juros simples, não equivale ao que, de fato, ocorre no início do evento (data focal “0”).

Outra forma de analisar tal incongruência, é através da Taxa Interna de Retorno (TIR), obtida pelos dois sistemas. No regime composto, com auxílio da calculadora financeira HP12C, pela função IRR, demonstrada na seção 2.2.3.3:

<f> <REG> 30000 <CHS> <g> <CF0> 3779,53<g><CFj>10<g><Nj>

<f> <IRR> = 4,44%

No regime simples, utilizou-se o Método Interpolador de Newton.

$$30.000,00 = \frac{3.779,53}{(1+i*1)} + \frac{3.779,53}{(1+i*2)} + \frac{3.779,53}{(1+i*3)} + \dots + \frac{3.779,53}{(1+i*10)}$$

A equação busca a taxa (i), tal que o valor presente seja R\$ 30.000,00. Estimando-se 6%, obtém-se um VPL de R\$ 28.909,37. Ao estimar 4,5%, resulta um VPL de R\$ 30.628,41. Assim, tem-se:

$$\frac{i - 6\%}{4,5 - 6\%} = \frac{30.000 - 28.909,37}{30.628,41 - 28.909,37} \rightarrow i = 5,06\%$$

Em vista da análise efetuada, a taxa de juros aplicada ao fluxo de pagamentos, tanto no regime simples como no composto, não remunera o capital no índice acordado. Ambos os regimes, conforme análise da TIR, retornam uma taxa menor que 6% ao ano.

As análises VPL e TIR evidenciam a incapacidade do sistema em liquidar a dívida pela taxa contratada, sendo esta a função básica de um sistema de amortização. Nesta situação, existe vantagem comercial do contratante e consequente desvantagem ao contratado, inviabilizando o negócio.

Ressalta-se que apesar do somatório de amortização liquidar o total da dívida tomada, o sistema não remunera o capital de acordo com o previsto.

Como mencionado, o método linear ponderado obtém suas prestações constantes, encontrando os valores futuros no último período do fluxo. Para comparação, buscou-se encontrar a prestação constante, quando a equivalência a juros simples é feita na data focal zero.

Na análise da Tabela 23, verifica-se que procedendo a equivalência à data zero, o valor da prestação encontrado é diferente do método de Gauss, que encontra sua prestação, procedendo à equivalência no último período. A Tabela 24 exemplifica como fica o fluxo pela nova prestação.

Tabela 23 – Comparação das prestações, no modelo de juros simples, pela equivalência às datas “zero e dez”

n	Data - zero	Data - dez - Gauss
	Índice = $1/(1+n*i)$	Índice = $(1 + n*i)$
1	0,94	1,54
2	0,89	1,48
3	0,85	1,42
4	0,81	1,36
5	0,77	1,30
6	0,74	1,24
7	0,70	1,18
8	0,68	1,12
9	0,65	1,06
10	0,63	1,00
Soma	7,65	12,70
	Pmt=PV/7,65	Pmt=FV/12,70
Pmt	3.922,11	3.779,53

Tabela 24 – Fluxo a partir da equivalência à data zero

Período	Prestação	Juros	Amortização
1	3.922,11	1.559,91	2.362,20
2	3.922,11	1.418,18	2.503,93
3	3.922,11	1.276,45	2.645,66
4	3.922,11	1.134,71	2.787,40
5	3.922,11	992,98	2.929,13
6	3.922,11	851,25	3.070,86
7	3.922,11	709,52	3.212,59
8	3.922,11	567,79	3.354,32
9	3.922,11	426,05	3.496,06
10	3.922,11	284,32	3.637,79
Total	39.221,10	9.221,10	30.000,00

Conclui-se que os juros simples, aplicados a sistemas de amortização, não apresentam consistente fundamento matemático, visto que não possuem base para comparação em instantes diferentes. Além disso, outras análises efetuadas, neste capítulo, constituem argumentos para se afirmar que o método linear ponderado não apresenta as características essenciais a um

sistema de amortização, dificultando sua aplicação em financiamentos imobiliários, como será visto na próxima seção.

4.5.2. Método de Gauss aplicado em sistemas de amortização

Um sistema de amortização deve liquidar um empréstimo, através de um fluxo de pagamentos, onde todos os elementos podem variar, menos a taxa de juros, que deve ser exatamente aquela pactuada na formalização da operação.

Desta forma, qualquer esquema de liquidação de um mútuo pode ser demonstrado num fluxo de caixa, identificando juros, amortizações e o saldo devedor de cada instante, porém, em todos os instantes do fluxo, a taxa de juros deve ser igual à taxa contratada.

Seguindo este raciocínio, o Método Linear Ponderado pode ser considerado um sistema de amortização, desde que se exclua a variável taxa de juros das análises. Assim, podem-se estruturar inúmeros sistemas de amortização, com prestações iguais e sucessivas. Sendo o método de Gauss considerado como mais uma ferramenta à resolução destes.

Ao se ignorar, porém, a variável taxa de juros de um fluxo de pagamento, deixa-se de tratar de um sistema de amortização ou de qualquer modelo existente na matemática financeira.

De outra forma, levando-se em consideração o valor do empréstimo, prazo, amortização e taxa de juros e que o fluxo esteja disposto em qualquer período, a taxa de juros seja aquela pactuada em contrato, o método de Gauss não pode ser considerado para tal, restando os métodos usuais, como a tabela Price e o SAC.

4.5.3. Distorções à remuneração de ativos e passivos

Exemplifica-se, adiante, uma comparação do fluxo de pagamentos do método de Gauss a uma aplicação financeira na poupança, para buscar relação entre a remuneração do ativo e do passivo, tendo em vista a comentada desproporção entre eles.

Admite-se a hipótese de um tomador de um empréstimo de R\$ 30.000,00, por 10 anos, com taxa de juros de 6% ao ano, utilizando o Método de Gauss

como esquema de amortização. Considera-se também, que na data da concessão do empréstimo, aplicam-se R\$ 30.000,00 na poupança, remunerase o seu capital em 6% ao ano, com período de aplicação de 10 anos e com saques regulares no exato valor da parcela.

Neste contexto, é de se imaginar que, se os fluxos de entradas (recebimento das prestações de financiamento) e saídas (saques da caderneta de poupança) de capital são iguais, deve ocorrer equilíbrio entre estes ativos e passivos, ou seja, o total de juros e o saldo devedor devem guardar semelhança. A Tabela 25 mostra a comparação.

Tabela 25 – Comparativo Método de Gauss X Poupança com saques

Fluxo Empréstimo Gauss					Fluxo Poupança			
n	Pmt	Amortização	Juros	Saldo Devedor	n	Saque	Juros	Saldo
-	-	-	-	30.000,00	-			30.000,00
1	3.779,53	2.362,20	1.417,32	27.637,80	1	3.779,53	1.800,00	28.020,47
2	3.779,53	2.503,94	1.275,59	25.133,86	2	3.779,53	1.681,23	25.922,17
3	3.779,53	2.645,67	1.133,86	22.488,19	3	3.779,53	1.555,33	23.697,98
4	3.779,53	2.787,40	992,13	19.700,79	4	3.779,53	1.421,88	21.340,33
5	3.779,53	2.929,13	850,39	16.771,65	5	3.779,53	1.280,42	18.841,22
6	3.779,53	3.070,87	708,66	13.700,79	6	3.779,53	1.130,47	16.192,16
7	3.779,53	3.212,60	566,93	10.488,19	7	3.779,53	971,53	13.384,17
8	3.779,53	3.354,33	425,20	7.133,86	8	3.779,53	803,05	10.407,69
9	3.779,53	3.496,06	283,46	3.637,80	9	3.779,53	624,46	7.252,62
10	3.779,53	3.637,80	141,73	-	10	3.779,53	435,16	3.908,25
Total	37.795,28	30.000,00	7.795,28		Total	37.795,28	11.703,53	

Embora o fluxo da Tabela 25 mostre que as entradas e saídas de capitais tenham sido exatamente iguais e, teoricamente receberam a mesma incidência de juros, os juros ativos foram de R\$ 7.795,28 e os juros passivos foram de R\$ 11.703,53. Enquanto o saldo do ativo restou totalmente zerado, o saldo do passivo restou R\$ 3.908,25. Sendo esta a diferença entre os juros do ativo e do passivo.

A principal questão é: qual o motivo deste desequilíbrio?

Apesar do método de Gauss ser supostamente evoluído a juros simples, o saldo da poupança esteve sempre superior ao saldo do empréstimo. É certo que tendo o fluxo de entrada e saída sido idêntico, durante todos os períodos e sendo que ambas operações partiram do mesmo capital, o empréstimo

evoluído pelo método linear ponderado não foi remunerado à mesma taxa que a aplicação na poupança.

A resposta para a pergunta é a inconsistente fórmula de cálculo do método linear ponderado, que ao não incidir a taxa de juros sobre o saldo em poder do investidor, relativo à poupança, provoca distorções na taxa de juros.

Obviamente que nenhum banco trabalha com *spread* zero, já que emprestam a uma taxa superior à taxa de capitação; assim, o exemplo da Tabela 26 auxilia no contexto de ilustrar a aplicação do método.

Propondo a visão que o agente financeiro concede o crédito a uma taxa superior à capitação, o denominado *spread*, aplica-se ao exemplo uma taxa de 6% ao ano, para a poupança e uma taxa de 9% ao ano, para o financiamento evoluído pelo método de Gauss. Considerando-se assim, um *spread* de 3% ao ano para o agente financeiro. Ponderando, ainda, que o mutuário sacará os recursos necessários da poupança, para liquidação de sua parcela de pagamento do mútuo; pelo menos, enquanto for possível.

Tabela 26 – Comparação: Método de Gauss e Poupança com saques – Taxas distintas

Fluxo Método de Gauss - Taxa 9% a.a.					Fluxo Poupança - Taxa 6% a.a.			
n	Pmt	Amortização	Juros	Saldo Devedor	n	Saque	Juros	Saldo
-	-	-	-	30.000,00	-			30.000,00
1	4.056,94	2.135,23	1.921,71	27.864,77	1	4.056,94	1.800,00	27.743,06
2	4.056,94	2.327,40	1.729,54	25.537,37	2	4.056,94	1.664,58	25.350,70
3	4.056,94	2.519,57	1.537,37	23.017,79	3	4.056,94	1.521,04	22.814,81
4	4.056,94	2.711,74	1.345,20	20.306,05	4	4.056,94	1.368,89	20.126,76
5	4.056,94	2.903,91	1.153,02	17.402,14	5	4.056,94	1.207,61	17.277,42
6	4.056,94	3.096,09	960,85	14.306,05	6	4.056,94	1.036,65	14.257,13
7	4.056,94	3.288,26	768,68	11.017,79	7	4.056,94	855,43	11.055,62
8	4.056,94	3.480,43	576,51	7.537,37	8	4.056,94	663,34	7.662,01
9	4.056,94	3.672,60	384,34	3.864,77	9	4.056,94	459,72	4.064,80
10	4.056,94	3.864,77	192,17	-	10	4.056,94	243,89	251,74
Total	40.569,40	30.000,00	10.569,40		Total	40.569,40	10.821,14	

Era de se esperar que um capital de R\$ 30.000,00, remunerado à taxa de 9% ao ano, fosse maior que o mesmo capital, remunerado à taxa de 6% ao ano.

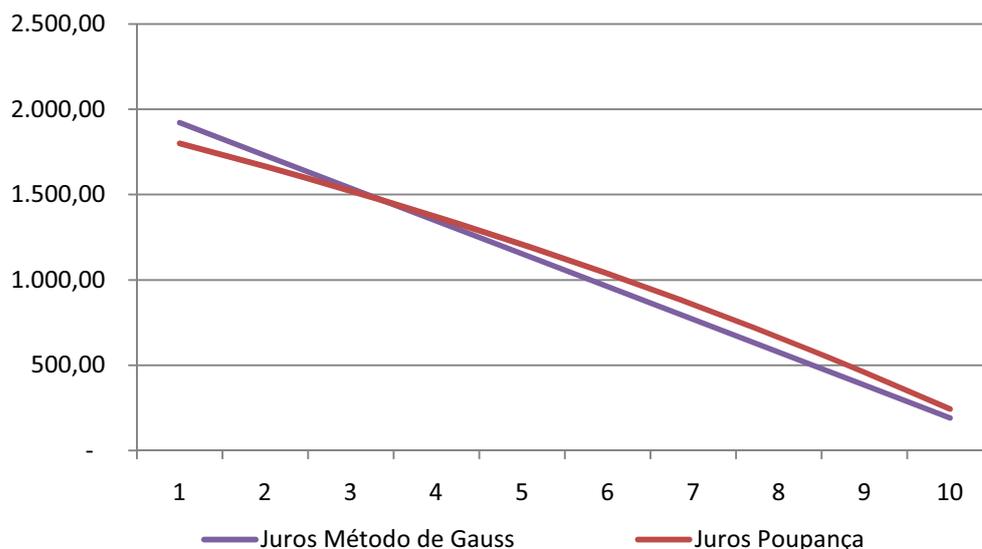


Figura 6 – Regressão dos juros pelo Método de Gauss e pela poupança

Os resultados demonstrados na Tabela 26 e na Figura 6 expõem que um capital remunerado a 9 %, tem rendimento inferior ao mesmo capital aplicado a taxa de 6%. Os juros totalizados pela poupança foram de R\$ 10.821,14, enquanto o método de Gauss totalizou R\$ 10.569,40. Ainda pode-se reparar que o empréstimo é zerado no instante dez, enquanto na poupança resta um saldo de R\$ 251,74.

Novamente, têm-se subsídios suficientes para se afirmar, com base matemática que o método linear ponderado não pode ser considerado como um sistema de amortização.

A explicação para tal fenômeno é que a taxa real aplicada ao empréstimo, visto na Tabela 26, foi de 5,90% (TIR) ao ano; portanto, menor que a taxa aplicada à poupança que foi de 6% ao ano. Na operação exemplificada, um *spread* que deveria ser de 3% ao ano, se transformou em - 0,10% ao ano.

Esta situação surrealista transforma-se numa oportunidade de negócio, já que seria atrativo efetuar um empréstimo à taxa de juros de 9% ao ano, desde que regida pelo método de Gauss e aplicar o capital num ativo sem risco, caso da poupança, com remuneração média de 6% ao ano, sendo suficiente para liquidar o empréstimo tomado e, ainda, incorrer em lucro de R\$ 251,74.

Fica evidente que o Método Linear Ponderado provoca a incidência de juros inferiores ao contratado, sendo esta amplitude aumentada, conforme se aumenta o prazo da operação.

4.5.4. Rendimento a custo zero

Investigando sobre a existência de um sistema de amortização que possibilite que uma aplicação nula de risco e remunerada a uma taxa menor àquela paga em um financiamento, resultasse em uma rentabilidade positiva para o devedor – como é o caso do Método Linear Ponderado – seria possível imaginar um modelo de renda temporária em que, sem desembolsar um único centavo de seu próprio bolso e livre de risco, qualquer pessoa pudesse montar uma operação de *hedge* (proteção contra risco de perda) perfeito, contraindo o financiamento e aplicando os rendimentos no próprio agente financeiro e autorizando-o a promover a liquidação das prestações mensais do financiamento, por meio de débitos automáticos, no saldo de sua conta de aplicação.

Dessa forma, como o financiamento seria quitado com os recursos resultantes dele próprio, não existiria a necessidade de analisar a capacidade de pagamento do devedor e, também, inexistiria o risco de inadimplência. Portanto, independente do nível de renda familiar, os indivíduos estariam aptos a tomar qualquer quantia, por empréstimo e da mesma forma, como a garantia de quitação do financiamento é o próprio financiamento, torna-se desnecessário contratar seguros para fazer frente à eventual morte ou invalidez do devedor.

Considerando, ainda, que o saldo devedor e as prestações do financiamento seriam atualizados mensalmente, pelo mesmo índice de correção monetária aplicado às cadernetas de poupança e, assim, qualquer que seja os índices de inflação, estes não importariam em qualquer risco ou prejuízo para o devedor, nem tampouco afetariam o resultado final de sua renda desejada e, por conseguinte, tornar-se-ia desnecessário a inserção da variável inflação neste contexto.

Este modelo idealizado, a partir da inconsistência do método de Gauss, novamente o descaracteriza como um método de amortização de dívidas, ficando clara sua incapacidade de ser utilizado para tal fim.

4.6. RELAÇÃO ENTRE SISTEMAS DE AMORTIZAÇÃO E CAPITALIZAÇÃO

Diante do exposto em relação ao método de Gauss e aos demais métodos estudados, reconhece-se a dificuldade na definição de um sistema de amortização, que remunere o capital à taxa acordada e liquide o mútuo, evoluindo a juros simples.

A Tabela 27 mostra um resumo dos resultados do exemplo aplicado aos métodos estudados neste documento. O que se buscou provar foi a dificuldade na aplicação do método de juros simples, nos sistemas de liquidação de empréstimos habitacionais, no Brasil.

Tabela 27 – Resumo dos exemplos aplicados aos métodos estudados

Método de Amortização	VPL		TIR	
	Regime Simples	Regime Composto	Regime Simples	Regime Composto
Price	R\$ - 1.177,76	R\$ 0,00	7,10%	6%
SAC	R\$ - 1.038,53	R\$ 0,00	7,00%	6%
SAM	R\$ - 1.107,95	R\$ 0,00	7,06%	6%
SACRE	R\$ - 809,75	R\$ 0,00	6,86%	6%
SAA	R\$ - 2.518,09	R\$ 0,00	7,63%	6%
Gauss	R\$ 1.090,63	R\$ 2.182,39	5,06%	4,44%

Historicamente, porém, o Brasil utiliza modelos a juros compostos, em praticamente todas as operações, tanto na amortização quanto na majoração do capital. Atualmente, financiamento de veículos, eletrodomésticos e todos os tipos de empréstimos pessoais, são regidos pelo modelo de juros compostos, sendo o principal método, a tabela Price.

Da mesma forma, a capitalização, em fundos e na poupança, também evolui pela mesma metodologia. Em todos estes casos, não existe o questionamento quanto ao método matemático do fluxo, como vem ocorrendo para os sistemas de amortização dos empréstimos habitacionais.

É certo que na área habitacional, além da questão comercial, existe um forte apelo social, principalmente pelo alto *déficit* em nosso país. Porém, nosso sistema financeiro, comercial e habitacional está baseado na aplicação do modelo de juros compostos, independente da questão social ou política.

A generalização do conceito do anatocismo, com a simples associação aos juros compostos, torna ilegal inúmeras operações de nosso sistema financeiro. Dessa forma, operações que, atualmente, utilizam o método composto, teriam que ser repensadas e novas alternativas, eficientes, a juros simples, teriam de ser desenvolvidas.

Cabe ressaltar que alguns autores consideram a incorreção na utilização dos juros simples. Puccini (2006) deixa bem claro que “o regime de juros simples é totalmente incorreto e que nunca deve ser utilizado como ferramenta de análise de fluxo de caixa”.

Buscando elucidar a questão, na Tabela 28, compara-se uma aplicação única de R\$ 30.000,00, em um fundo qualquer, que remunera o capital com taxa efetiva de 6% ao ano, capitalizada por 10 anos, no regime simples e composto.

Tabela 28 – Evolução do saldo capitalizado no regime composto e simples

Períodos	Capitalização Composta	Capitalização Simples
1	31.800,00	31.800,00
2	33.708,00	33.600,00
3	35.730,48	35.400,00
4	37.874,31	37.200,00
5	40.146,77	39.000,00
6	42.555,57	40.800,00
7	45.108,91	42.600,00
8	47.815,44	44.400,00
9	50.684,37	46.200,00
10	53.725,43	48.000,00

Se o anatocismo está presente no fluxo desenvolvido a juros compostos e este representa uma prática ilegal, investimentos, como o apresentado na Tabela 28, deveriam evoluir conforme a coluna de juros simples. Isto representa diminuição da remuneração para o investidor, porém resta coerência com o movimento de substituição dos métodos, no trato da amortização.

O exemplo da Tabela 28 é ilustrativo e revela que a questão dos métodos matemáticos acompanha o interesse dos envolvidos no processo. Obviamente, um investidor irá preferir o fluxo que evolui a juros compostos. Da mesma

forma, um mutuário de financiamento imobiliário tem preferência pelo regime que lhe onere menos, caso do regime simples.

Entende-se que a questão da onerosidade do capital, em financiamentos imobiliários, deve ser focada nas taxas e políticas habitacionais. Os mútuos devem remunerar o capital, de acordo com o estipulado, sob pena de gerar instabilidade na economia e um prejuízo maior, já que as maiores partes dos recursos provêm do Fundo de Garantia por Tempo de Serviço (FGTS), patrimônio de todos os brasileiros.

4.7. OS IMPACTOS DA UTILIZAÇÃO DO MÉTODO SIMPLES DE AMORTIZAÇÃO

Alguns defensores do método linear ponderado argumentam que sua utilização não traria prejuízos aos agentes financeiros, visto que os recursos que lastreiam as operações de crédito imobiliário, originam-se do Fundo de Garantia por Tempo de Serviço (FGTS), que é remunerado à uma taxa de 3% ao ano, enquanto os mútuos imobiliários possuem taxas de juros de 6% a 8,16%, até 10,16% ao ano. Dessa forma, essa diferença ou *spread* suportaria os efeitos do método linear ponderado.

Alguns destes argumentos, porém, não têm fundamento conciso. Nas operações lastreadas pelo FGTS à remuneração do capital, os juros, são integralmente repassados ao patrimônio do fundo; assim, a diferença de juros entre a remuneração do passivo, em relação à remuneração do ativo, não se trata de remuneração ao agente conessor. Assim, os impactos sofridos atingem somente o patrimônio do FGTS e não os agentes financeiros, que são remunerados pela taxa de administração. Mais uma vez, a mudança da taxa não impacta para o agente, sendo esta alteração indiferente.

A partir de abril de 2009, o governo federal criou o programa Minha Casa Minha Vida, que contempla, entre vários incentivos, relevantes quantias a título de subsídio, que não tem retorno ao FGTS, concedidos para aumentar a capacidade de compra dos mutuários. Nestes casos, a taxa de custo de capital para o mutuário fica abaixo de 6% ao ano, podendo em alguns casos

específicos, até ser negativa, conforme regulamenta a resolução 460 do Conselho Curador do FGTS.

Além disso, existe uma forte tendência para que os agentes financeiros aumentem suas aplicações no Sistema Financeiro Habitacional, via recursos originados das cadernetas de poupanças, os recursos SBPE (Sistema Brasileiro de Poupança e Empréstimo). Neste caso, a resolução 3259, de 28/01/2005, do Conselho Monetário Nacional (CMN), permite que estas operações sejam concedidas com taxas de até 12% ao ano. Da mesma forma, em operações de longo prazo, os juros calculados pelo método linear ponderado põem em risco a estabilidade de nossa aplicação mais segura e utilizada.

Ademais, caso o Método Linear Ponderado tratasse de um método consistente de amortização, não seria necessária a discussão dos lucros bancários suportarem a distorção provocada por este modelo. Além disso, conforme discutido, acredita-se que deva ser utilizado uma mesma metodologia matemática a todas as operações financeiras; dessa forma, dever-se-ia discutir a utilização do método de Gauss na remuneração de investimentos, como a poupança, por exemplo.

Ressalte-se que, conforme destacado anteriormente, os juros auferidos nos financiamentos habitacionais, lastreados em recursos do FGTS, são receitas do patrimônio do citado fundo e não dos agentes financeiros e, portanto, esses prejuízos deverão, em última análise, serem suportados pelo Tesouro Nacional, não tendo nenhum reflexo sobre a rentabilidade ou patrimônio dos bancos.

Considerando a adoção do método de Gauss à resolução de um sistema de amortização, além de provocar prejuízo financeiro presente, passaria a representar um prejuízo permanente para operações futuras. Em sendo assim, o Conselho Curador do FGTS, não aprovaria este tipo de concessão descoberta e, possivelmente, eliminaria o FGTS como fonte de recurso de financiamento imobiliário

Seguindo o mesmo raciocínio, os banqueiros não insistiriam em conceder financiamentos que resultariam em prejuízos. Desta forma, possivelmente, a caderneta de poupança também, deixaria de lastrear recursos para os financiamentos imobiliários. Assim, o único efeito que a utilização de métodos

inconsistentes podem provocar é o esgotamento das principais fontes de recursos para os financiamentos habitacionais.

Destaca-se um trecho do manifesto acadêmico divulgado no final de 2009, onde 32 renomados acadêmicos e especialistas expõem suas opiniões e preocupações:

“[...] o critério de juros compostos é coerente e consistente, quaisquer que sejam os valores, taxas e prazos envolvidos e quaisquer que sejam as formas de pagamentos. O mesmo não ocorre com o critério de juros simples que, se utilizado, provoca distorções irreversíveis, principalmente nas operações de empréstimos ou de aplicações financeiras, envolvendo dois ou mais pagamentos” (CAMPOS FILHO, *et al.*, 2009).

Os resultados apresentados e discutidos na seção 4.5, relativos ao método linear ponderado, estão de acordo com a afirmação acima, ou seja, concordam que o método de juros simples, aplicado a sistemas de amortização, não deva ser utilizado.

5. CONCLUSÃO

Esta pesquisa propôs-se a analisar o método linear ponderado, conhecido por método de Gauss, quanto à sua coerência matemática e aplicabilidade aos mútuos de bens imóveis.

Nas análises efetuadas, os resultados apresentaram inconsistências com suas pré-definições. Sua evolução a juros simples não resultou coerente e ficou comprovado que o referido método aplicado ao sistema, não remunera o capital na taxa acordada, gerando desvantagem ao credor.

Com relação à prática ilegal de juros sob juros, nenhum dos sistemas estudados apresentou o anatocismo, em seu fluxo normal de pagamentos. A conclusão de que os sistemas evoluem a juros compostos, não configura prática ilegal, é afirmada simplesmente por não existir a oportunidade para que tal fato ocorra, respeitado o fluxo normal de pagamentos. A fundamentação da prova da ilegalidade deve-se basear em fatos e não em intenções, a bem da justiça e da segurança jurídica das relações comerciais.

Na observação da motivação do ingresso das ações reivindicatórias, percebe-se que a grande maioria provém de mutuários em atraso com seus compromissos e dificuldades em liquidar o mútuo. Desta forma, ganha-se tempo, pelo percurso do julgado e a diminuição das prestações, pela alteração do regime de capitalização.

Entende-se que o caminho dos questionamentos não está em via de resolver a questão. Os métodos são importantes e devem ser discutidos, porém a onerosidade do capital está diretamente relacionada às taxas de juros aplicadas no país. Não é o modelo matemático descrito pelo sistema de amortização o responsável pela dificuldade no pagamento das prestações e, sim, outros fatores, como a falta de planejamento financeiro e as altas taxas, tornando crescente a inadimplência habitacional.

Caso o método de Gauss seja adotado à resolução do modelo, os agentes financiadores poderiam responder com aumento na taxa de juros, visando recuperar seu *spread*; e a alteração do método no modelo de amortização, não teria o efeito desejado. Esses agentes poderiam também, captar recursos a taxas menores, prejudicando, possivelmente, os investidores.

Foi ainda objetivo deste trabalho, relacionar sistemas de capitalização que evoluem a juros compostos e os sistemas de amortização, alvo dos questionamentos legais. A conclusão retirada dessa análise é que cada envolvido busca o máximo de retorno para seu investimento, independente do método matemático utilizado, porém a lógica matemática indica que o mais coerente é a utilização de uma mesma sistemática para os dois casos. Neste contexto, entende-se que o sistema de juros compostos é o mais apropriado.

Ações, portanto, devem ser realizadas de forma conjunta e não isolada. Maior clareza da lei, adequação dos modelos, se necessário, política habitacional eficaz e, principalmente, diminuição das taxas de juros aplicadas no mercado brasileiro. Esta reforma é necessária e benéfica, principalmente, à parcela da população de baixa renda, que é a mais penalizada com a questão.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSAF NETO, Alexandre, *Matemática Financeira e suas aplicações*, São Paulo: Atlas, 1994.

ASSAF NETO, Alexandre. *Matemática financeira e suas aplicações*. São Paulo: Atlas, 2001.

AYRES JR, Frank. *Matemática financeira*. Tradução Gastão Q. de Moura. São Paulo: McGraw-Hill, 1981.

BRASIL. Corte Especial do Tribunal Regional Federal (TRF) - 4ª Região, 04 de agosto de 2004, http://www.trf4.gov.br/trf4/noticias/noticia_final.php?id=4026&PHPSESSID=b3e4205c2770fc83398f2eca2017dcd8. Acesso em 12/out/09.

BRASIL. Decreto 22.626/33, de 07 de abril de 1933, denominada Lei de Usura.

BRASIL. Lei nº. 10.406, de 10 de janeiro de 2002, instituiu o Código Civil Brasileiro.

BRASIL. Súmula da Jurisprudência Predominante do STF – Supremo Tribunal Federal, nº. 596, aprovada em sessão plenária de 15 de dezembro de 1976.

BREALEY, R. A., MYERS, S. C. *Princípios de Finanças Empresariais*. 3. ed. São Carlos: Mcgraw-Hill, 1992.

BRIGHAM, E. F., GAPENSKI, L. C. e EHRHARDT, M.C. *Administração financeira: Teoria e prática*. Tradução: Alexandre Loureiro. São Paulo: Atlas, 2001.

CAMPOS FILHO, A. et. al. *Declaração em defesa das ciências econômica, financeira e jurídica*, disponível em: www1.folha.uol.com.br/folha/dinheiro/ult91u635024.shtml , Acessado em: 08/10/2009.

CASAROTTO FILHO, Nelson; KOPITTKE, Bruno H.. *Análise de investimentos: matemática financeira, engenharia econômica, tomada de decisão, estratégia empresarial*. 7 ed. São Paulo: Atlas, 1996.

CHAVES, Oziel. *Há anatocismo na “Tabela PRICE”?* Disponível em: <http://www.jus.com.br/doutrina>, data da pesquisa: julho/2009

CUNHA, Antonio G. da. *Dicionário Etimológico*. Nova Fronteira, 1997.

DAMODARAN, Aswath. *Finanças corporativas aplicadas*. Tradução Jorge Ritter. Porto Alegre: Bookman, 2002.

- FARO, Clóvis de. *Matemática financeira*. São Paulo: Atlas, 1989.
- FERREIRA, Aurélio Buarque de Holanda. *Minidicionário da língua portuguesa*. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1993.
- FERREIRA, Aurélio Buarque de Holanda. *Novo Aurélio: dicionário da língua portuguesa – século XXI*. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 2001.
- FRANCISCO, Walter de. *Matemática financeira*. 5 a ed. São Paulo: Atlas, 1985.
- GARRITY, P. *Matemática aplicada aos negócios*. Rio de Janeiro: Campus, 2000.
- GARRITY, Peter. *Matemática aplicada aos negócios*. Rio de Janeiro: Editora Campus, 2000.
- GIL, Antonio Carlos. *Pesquisa social*. São Paulo: Atlas, 1999.
- GITMAN, J. Lawrence. *Princípios de Administração Financeira*. 7ª Ed. Traduzido por: Jean Jaques Salim, São Paulo, 2002.
- HOJI, M. *Administração Financeira: uma abordagem prática*. São Paulo: Atlas, 2001.
- KUHNEN, Osmar L.; BAUER, Udibert R.. *Matemática financeira aplicada e análise de investimentos*. 3 a ed. São Paulo: Atlas, 2001.
- MATHIAS, W. Franco; GOMES, J. M.. *Matemática financeira*. 1 a ed. São Paulo: Atlas, 1984.
- MATHIAS, W. Franco; GOMES, J. M.. *Matemática financeira*. 3 a ed. São Paulo: Atlas, 2002.
- NÁUFEL, José. *Novo dicionário jurídico brasileiro*. 10 ed. Rio de Janeiro: Forense, 2002.
- NEVES, C. *Análise de Investimentos*. Rio de Janeiro, RJ: Ed. Jorge Zahar, 1982.
- NOGUEIRA, José J. M.. *Tabela Price: da prova documental e precisa elucidação do seu anatocismo*. Campinas: Servanda., 2002.
- O GLOBO (2009) edição de 04/03/2009 – *Governo busca garantir legalidade da tabela Price*.
- O GLOBO (2009) edição de 06/03/2009 – *Governo segue setor privado e só deve utilizar a tabela price com juros pré fixados*.
- PENNA, Edson de Q.. *Tabela Price e a inexistência de capitalização*. Porto Alegre, 2007.

PILÃO, Nivaldo E.; HUMMEL, Paulo R. V.. *Matemática financeira e engenharia econômica: a teoria e a prática da análise de projetos de investimentos*. São Paulo: Thomson, 2004.

PUCCINI, A. de L. *Tabelas de Matemática Financeira*. Rio de Janeiro: Forum, 1973.

PUCCINI, A. de L.. *Matemática financeira: objetiva e aplicada*. São Paulo: Saraiva, 2006.

REZENDE, Teotônio C.. *Os sistemas de amortização nas operações de crédito imobiliário: a falácia da capitalização de juros e da inversão do momento de deduzir a quota de amortização*. Dissertação (Mestrado em Gestão e Estratégia de Negócios). Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2003.

RUDGE, Luiz F.. *Enciclopédia de Finanças*. São Paulo: Saraiva, 2006.

SAMANEZ, Carlos P.. *Matemática financeira: aplicações à análise de investimentos*. 4 ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007.

SAMPIERI, R. H; COLLADO, C. F; LUCIO, P. B. *Metodologia de Pesquisa*. 3 a Ed., São Paulo: McGraw-Hill, 2006.

SANDRINI, Jackson. C. *Sistemas de Amortização de Empréstimos e a Capitalização de Juros: Análise dos Impactos Financeiros e Patrimoniais*. Dissertação (Mestrado em contabilidade) Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2007.

SANDRONI, Paulo. *Dicionário de administração e finanças*. São Paulo: Best Seller, 1996.

SILVA, E. L; MENEZES, E. M. *Metodologia de Pesquisa e Elaboração da Dissertação*. 4 a Ed. Florianópolis: UFSC, 2005.

SIMONSEN, Mário Henrique, EWALD, Luiz Carlos. *Matemática Financeira Aplicada*. 3.ed. Simposium Consultoria e Serviços Técnicos Ltda. Rio de Janeiro, 1990.

VERAS, Lilia L.. *Matemática financeira*. 2 ed. São Paulo: Atlas, 1991

VIEIRA SOBRINHO, J. Dutra. *Matemática financeira*, São Paulo: Atlas, 2000.