



**TRABALHO FINAL DA DISCIPLINA  
“RISCO E ENGENHARIA FINANCEIRA”**

**Prof: Emerson Marinho**

## **PREFÁCIO**

Este trabalho consiste em utilizar-se do software “The Investment Portfolio” como ferramenta de aplicação dos conceitos aprendidos na disciplina “Risco e Engenharia Financeira”. Na execução deste, os conceitos são baseados em notas de aula e no conteúdo do livro “Moderna Teoria de Carteiras e Análise de Investimentos” (Elton & Gruber – Ed. Atlas) e o uso do programa foi baseado no manual de instruções que acompanha o mesmo (Elton, Gruber & Blake – Ed. Wiley).

## **OBJETIVOS**

O objetivo principal deste é tentar mostrar, na prática, como operar a teoria disponível na literatura, executando os conceitos de forma automatizada, mas sem perder o foco subjetivo na tomada das decisões. O modelo matemático faz a sua parte e a parte subjetiva fica a cargo do administrador da carteira que a escolhe de acordo com os seus critérios de exposição ou não ao risco e, se for o caso, de acordo com as regras que norteiam o seu gerenciamento (caso o administrador seja gestor de um fundo, por exemplo).

Os objetivos específicos ficam por conta do exercício dos conceitos aprendidos de composição ótima de portfólios, análise das ações que farão parte da carteira, o uso do modelo CAPM como modo de precificar os ativos e, até, o uso do modelo de Índice Simples para montagem de carteiras.

## **ESTRUTURA**

Este trabalho seguirá etapas que foram sugeridas a seguir:

- 1) Construção da linha de mercado de ativos na versão beta (CAPM), utilizando-se as ações que compõem o índice da Bolsa de Valores de São Paulo (IBOVESPA);
- 2) Construção de um portfólio eficiente utilizando-se o modelo de Markowitz, usando como base as ações da etapa 1;
- 3) Construção de um modelo de Índice Simples, utilizando-se as ações que irão compor o portfólio da etapa 2;
- 4) Elaboração de um relatório final detalhado sobre as etapas anteriores.

## INTRODUÇÃO

Para execução deste trabalho foram escolhidos alguns índices-padrão. Como padrão de rentabilidade e risco de mercado o índice escolhido foi o IBOVESPA, o referencial de ativo livre de risco foi a taxa de juros SELIC e o índice que mede a inflação para calcular o retorno real (deflacionar as rentabilidades) foi o IGP-DI. Abaixo há uma breve descrição destes índices.

### • Índice Ibovespa

O Índice Bovespa é o mais importante indicador do desempenho médio das cotações do mercado de ações brasileiro. Sua relevância advém do fato do Ibovespa retratar o comportamento dos principais papéis negociados na Bolsa de Valores de São Paulo e também de sua tradição, pois o índice manteve a integridade de sua série histórica e não sofreu modificações metodológicas desde sua implementação em 1968. Sua Carteira Teórica para o quadrimestre setembro a dezembro de 2005 tem a seguinte composição:

Código	Ação	Tipo	Qtde. Teórica (1)	Part.(%) (2)
ACES4	ACESITA	PN	9,25283674953	1,075
AMBV4	AMBEV	PN *	0,50179445895	1,358
ARCZ6	ARACRUZ	PNB	33,80559819793	1,037
BBDC4	BRADESCO	PN	9,15470104652	3,264
BRAP4	BRADESPAR	PN	5,34282429940	0,938
BBAS3	BRASIL	ON	8,03566897056	1,000
BRTP3	BRASIL T PAR	ON *	5,11634269724	0,578
BRTP4	BRASIL T PAR	PN *	17,32293888269	1,062
BRTO4	BRASIL TELEC	PN *	69,17680642025	2,282
BRKM5	BRASKEM	PNA	31,74782621782	2,652
CMET4	CAEMI	PN	400,81688266606	3,945
CLSC6	CELESC	PNB	205,60030131811	0,865
CMIG3	CEMIG	ON *	0,89268643759	0,204
CMIG4	CEMIG	PN *	8,83148586558	2,593
CESP4	CESP	PN *	12,98704393472	0,471
CGAS5	COMGAS	PNA*	0,48924968207	0,436
CTAX3	CONTAX	ON	5,95378563741	0,037
CTAX4	CONTAX	PN	49,80709273766	0,281
CPL6	COPEL	PNB*	27,29813742220	1,317
CRTP5	CRT CELULAR	PNA	2,44560879187	0,440
ELET3	ELETROBRAS	ON *	12,33038566123	1,433
ELET6	ELETROBRAS	PNB*	27,70928488715	3,102
ELPL4	ELETROPAULO	PN *	1,79288578525	0,575
EMBR3	EMBRAER	ON	8,58782158347	0,490
EMBR4	EMBRAER	PN	14,22153367539	1,080
EBTP4	EMBRATEL PAR	PN *	144,21471799310	2,443
GGBR4	GERDAU	PN	38,92246840513	3,962
GOAU4	GERDAU MET	PN	8,77017157248	1,129
PTIP4	IPIRANGA PET	PN	7,02195444035	0,642
ITAU4	ITAU BANCO	PN EJ	1,42623429397	2,506
ITSA4	ITAUSA	PN	68,18154469310	1,430
KLBN4	KLABIN S/A	PN	32,53060897013	0,527
LIGH3	LIGHT	ON *	2,62663584449	0,197
NETC4	NET	PN	575,74987970592	1,786
PETR3	PETROBRAS	ON EB	15,48339464834	2,052
PETR4	PETROBRAS	PN EB	68,39416330672	7,926
S BSP3	SABESP	ON *	1,88151843285	0,993
SDIA4	SADIA S/A	PN	53,50820319366	1,004
CSNA3	SID NACIONAL	ON	26,49427623646	4,377
CSTB4	SID TUBARAO	PN *	2,75088978176	1,314
CRUZ3	SOUZA CRUZ	ON	6,04041250873	0,569
TCOC4	TELE CTR OES	PN	9,83488127320	0,800
TLCP4	TELE LEST CL	PN	4,21166401948	0,224
TNLP3	TELEMAR	ON EC	6,92559492884	1,182
TNLP4	TELEMAR	PN EC	71,55461990282	9,081
TMAR5	TELEMAR N L	PNA EJ	6,36812612500	1,177
TMCP4	TELEMIG PART	PN *	56,67305698581	0,752
TLPP4	TELESP	PN	3,63960426208	0,563
TSPP4	TELESP CL PA	PN	53,84028721232	1,876
TCSL3	TIM PART S/A	ON *	18,88800013096	0,349
TCSL4	TIM PART S/A	PN *	78,70310707633	1,036
TRPL4	TRAN PAULIST	PN *	6,63861292493	0,508
UBBR11	UNIBANCO	UNT	16,76696355944	1,264
USIM5	USIMINAS	PNA EDJ	35,12324298067	5,790
VCPA4	V C P	PN	12,24951348494	1,190
VALE3	VALE R DOCE	ON	6,47419223568	1,872
VALE5	VALE R DOCE	PNA	27,59457653443	6,966
<b>Quantidade Teórica Total</b>			<b>2.438,70464169077</b>	<b>100,000</b>

Neste trabalho foram utilizados os preços históricos de fechamento (últimos preços de negociação) mensal por considerar que os mesmos refletem uma maior quantidade de informações sobre os referidos ativos. Os dados foram obtidos na Internet, no site do programa de análise técnica GRAFIX (<http://www.grafix2.com>) e são ajustados com os dividendos pagos e qualquer desdobramento que venham a ocorrer.

Foram excluídas das análises 5 ativos (BRKM5, CTAX3, CTAX4, KLBN4, NETC4), por não terem preços históricos disponíveis de 48 meses, período este que consideramos o mínimo aceitável para uma análise deste porte. Além destes, foi excluído um ativo (TLCP4) por considerar que um retorno anormal em sua série, em virtude de um suposto desajuste de agrupamento (*inplit*) de suas ações atrapalhava toda a análise. Em se tratando de um trabalho de cunho acadêmico, consideramos que a sua exclusão traria mais benefícios do que prejuízos.

- **Taxa SELIC**

Taxa básica de juros da economia brasileira, fixada periodicamente pelo COPOM - Comitê de Política Monetária do Banco Central. Este Comitê é encarregado de formular a política monetária do País. São atribuições do COPOM estabelecer as diretrizes de política monetária, e define a meta da taxa de juros primária (SELIC) que remunera os títulos da dívida pública federal.

Como é de praxe em trabalhos deste tipo, resolvemos considerar esta taxa como sendo o nosso referencial de ativo livre de risco (*Risk Free*).

- **IGP-DI**

Considerando que há inflação no Brasil e que os retornos dos ativos (sejam ações ou títulos do governo) refletem um retorno nominal, resolvemos ajustar estes retornos e deflacionar as séries históricas de preços usando um índice. O índice escolhido foi o IGP-DI (Índice Geral de Preços - Disponibilidade Interna) que é divulgado mensalmente pela Fundação Getúlio Vargas. Esse índice mede a evolução geral de preços na economia, criando assim uma medida da inflação nacional. O IGP-DI é composto pelo Índice de Preços ao Consumidor (IPC - peso de 30%), Índice de Preços no Atacado (IPA - peso de 60%) e Índice Nacional de Construção Civil (INCC - peso de 10%). O período de coleta de preços para o índice é o mês cheio, ou seja, do primeiro ao último dia do mês. Este índice tem sido o mais utilizado na literatura que encontramos em relação ao mercado de ações brasileiro.

## ETAPA 1:

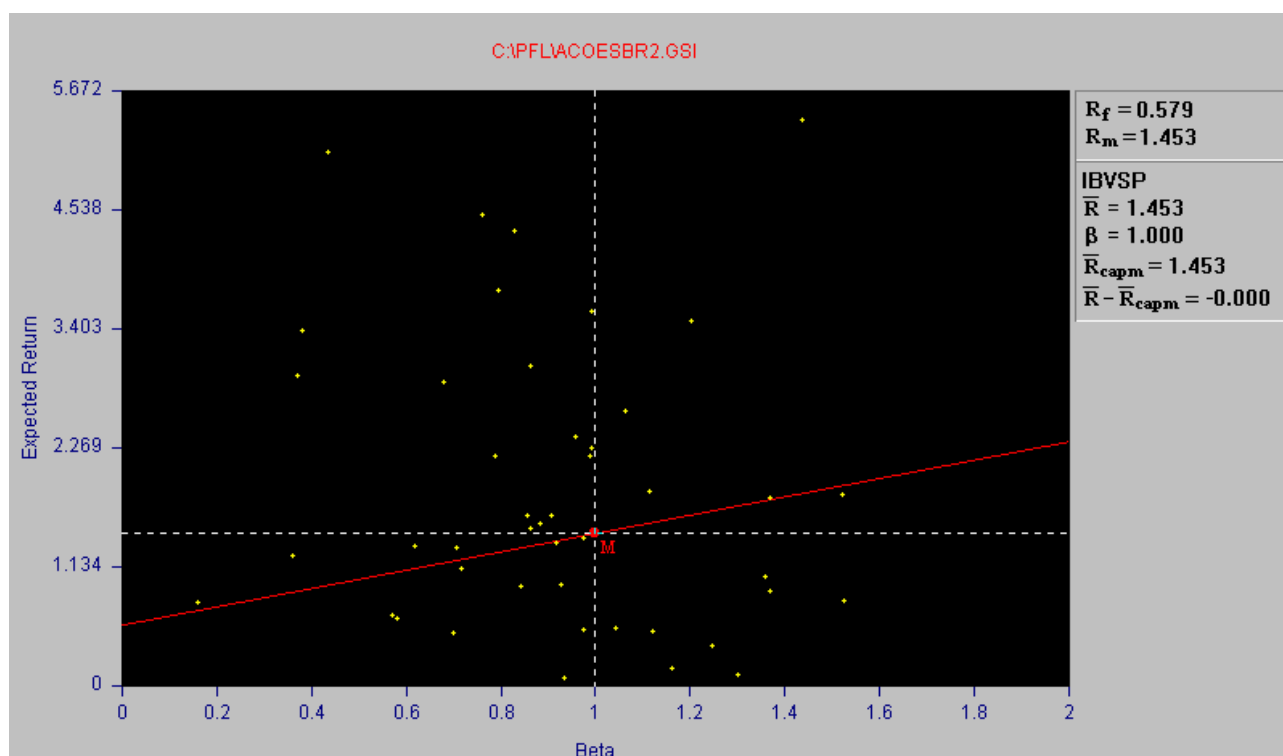
Construção da linha de mercado de ativos na versão beta (CAPM), utilizando-se as ações que compõem o índice da Bolsa de Valores de São Paulo (IBOVESPA).

Após a coleta de todos os dados e deflacionamento das séries históricas foi gerado, a partir do Excel, um arquivo texto que continha todas as informações. Após isso os dados foram importados de dentro do módulo Markowitz do programa, onde foram salvos criando-se uma série histórica de ativos (asset times series) cuja extensão é .ats. Este arquivo contém uma série histórica de 48 meses dos retornos das várias ações, do ibovespa e da selic

Com a série histórica dos ativos alimentada criamos dois arquivos que refletiam a série histórica dos grupos (group time series), extensão .gts, onde os ativos foram divididos em dois subgrupos: as ações e os índices (no caso selic e ibovespa). Estes subgrupos serão utilizados para criação de um grupo de ativos (securities) para posterior análise.

Após essa divisão em subgrupos, onde os ativos foram separados dos índices, o arquivo com a série histórica do grupo das ações foi aberto e foi criada uma tabela de Índice Único, criando na aba *SI Table* e escolhendo, do grupo dos índices, o ibovespa como índice da carteira. A partir daí foi criado um arquivo com a tabela do grupo com o índice único (group single index table) cuja extensão é .gsi. Esse arquivo contém os retornos médios, alphas, betas, desvios-padrões, os riscos sistemáticos e únicos dos vários ativos, baseados em um modelo linear de índice único em relação ao índice escolhido, que é o referencial de mercado (ibovespa).

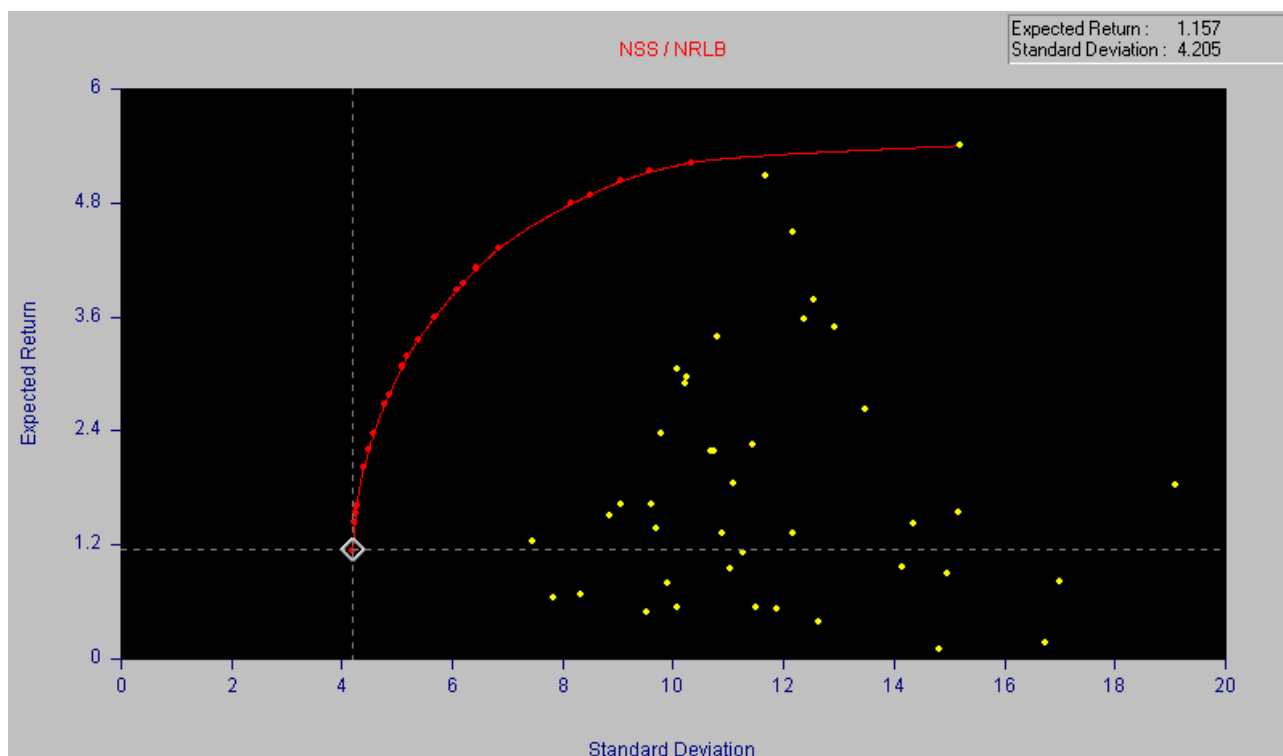
Utilizando-se do módulo CAPM do programa, criamos, a partir dos arquivos gerados nas fases anteriores, uma linha de títulos do mercado (Security Market Line – SML) que traçará uma reta baseada no retorno do ativo livre de risco e do retorno de mercado (selic e ibovespa). Posteriormente, carregamos o arquivo que contém as expectativas dos retornos e betas estimados das ações e analisaremos como seus preços deverão se comportar em relação ao *trade-off* de equilíbrio de risco e retorno.



Olhando-se para o gráfico poderemos identificar os ativos que estão subavaliados (superiores à reta) os que estão corretamente precificados (encontram-se sobre a reta) e os que estão superavaliados (sob a reta). Os ativos superiores à reta deverão ter seus preços elevados em virtude do retorno superior que deverão obter, o que elevará o seu preço, enquanto que os ativos que estão abaixo da reta deverão ter os seus preços reduzido, pois oferecem retornos inferiores – o que forçará seu preço a cair até que entrem em equilíbrio.

## ETAPA 2:

Construção de um portfólio eficiente utilizando-se o modelo de Markowitz, usando como base as ações da etapa 1



Baseando-se nas ações que compõem o ibovespa (excluídas as exceções citadas no início), resolvemos montar a fronteira eficiente do conjunto de portfólios que ofereceriam os melhores retornos para um dado nível de risco ou menores riscos para um dado retorno esperado.

O gráfico acima reflete o comportamento da curva quando não são permitidas vendas curtas e não há possibilidade de se emprestar ou tomar emprestado dinheiro ao mercado.

Quando analisamos os pontos em amarelo que localizam os riscos e retornos dos ativos individualmente, notamos claramente que a pulverização dos investimentos em uma combinação de vários destes ativos, aumenta o retorno esperado ou reduz o risco do investimento. Em qualquer ponto desta curva se estará maximizando a utilidade esperada. O posicionamento do investidor ao longo da curva apenas vai depender, subjetivamente, do seu grau de aversão ou propensão a assumir riscos.

Caso o investidor fosse eu, iria percorrer a curva até quando o valor obtido com uma variação/aumento (delta) do retorno esperado dividido pela variação/aumento do risco fosse maior ou igual a 1. A partir do momento em que um incremento de retorno significasse um aumento maior do risco deixaria de incrementá-los e seria o meu ponto de parada na curva.

Estudos anteriores do mercado estimam que na bovespa um bom número de ações para compor uma carteira varia de 12 a 18, sendo que diversificar mais do que isso significaria um trabalho maior de monitoramento de mais ações com uma redução muito pequena no risco total da carteira, o que inviabilizaria a parte operacional.

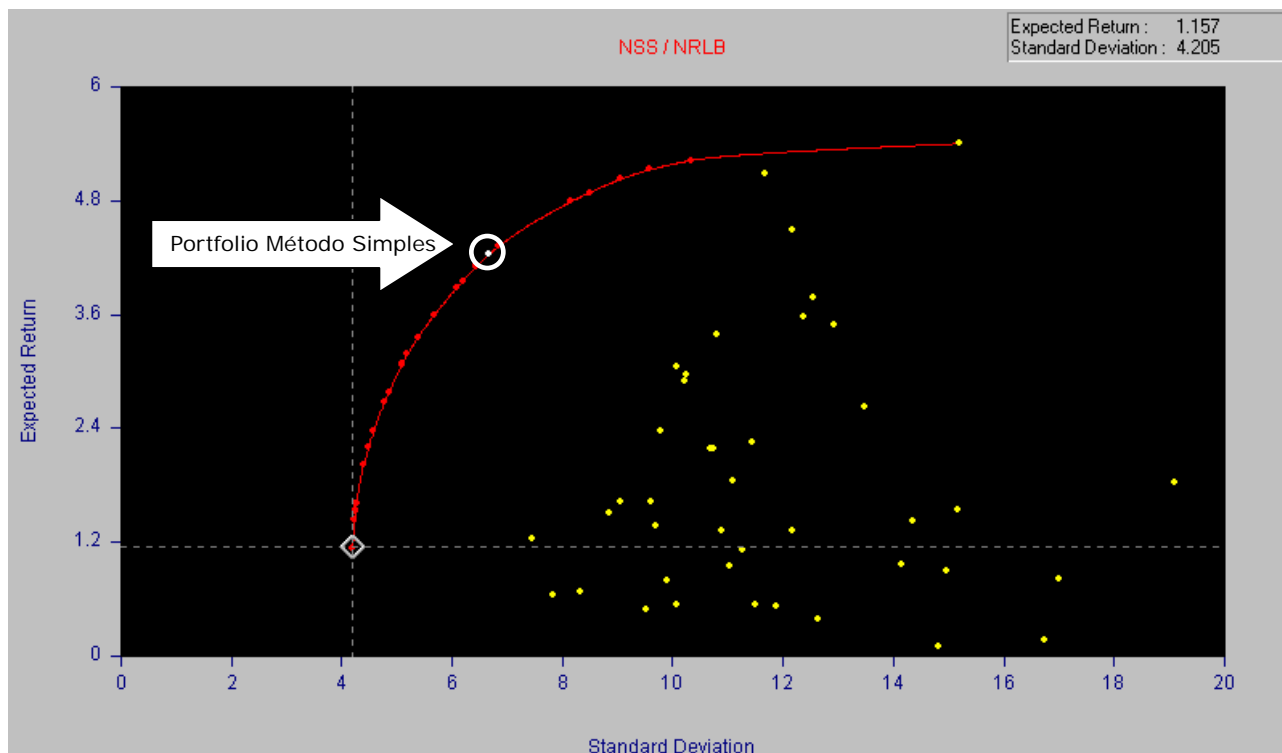
### ETAPA 3:

Construção de um modelo de Índice Simples, utilizando-se as ações que irão compor o portfolio da etapa 2

	$\bar{R}_i$	$\beta_i$	$\beta_i^2 \sigma_m^2$	$\frac{\bar{R}_i - R_F}{\beta_i}$	$C_i$	$X_i$
CMET4	5.092	0.433	123.913	9.863	0.879	31.824
VALE3	3.393	0.382	107.004	6.714	1.315	17.918
VALE5	2.958	0.370	96.201	5.767	1.636	14.536
CSTB4	4.498	0.759	110.749	4.837	2.304	17.612
TCOC4	4.344	0.827	655.394	4.256	2.382	2.286
ACES4	3.773	0.795	116.711	3.707	2.611	7.473
USIM5	5.402	1.435	97.715	3.190	2.844	6.225
SDIA4	2.895	0.680	74.599	3.044	2.865	2.125

O programa também nos permite utilizar-se de um método simplificado de escolha da carteira eficiente, onde é calculada uma taxa de corte, que é calculada a partir das características de todos os títulos que pertencem à carteira ótima. Os títulos são classificados pelo quociente de “excedente de retorno por beta” de cada ação que está sendo analisada e são ordenados do maior quociente para o menor.

Após efetuar o cálculo, chegamos aos títulos listados acima, com seus respectivos pesos na carteira. Alimentando-se um portfolio customizado no módulo de Markowitz, encontra-se a posição deste em relação à fronteira eficiente. Nota-se no gráfico que o mesmo fica bem próximo da fronteira, mas ligeiramente abaixo, como forma de exemplificar que a redução dos atributos que se deve calcular para obtenção deste modelo terminam por comprometer a eficiência do portfolio. Sua perda na precisão pode ser justificada, caso não se disponha de métodos computacionais para os cálculos e análises, fator que geraria muito trabalho e dispensaria muito tempo.





#### **ETAPA 4:**

Elaboração de um relatório final detalhado sobre as etapas anteriores

O trabalho consistiu na utilização de um programa que facilita e torna simples a execução de cálculos complexos e avançados.

Como conclusão, dado que os passos e o detalhamento das operações já foi feito em cada etapa, é que com o uso desta ferramenta simplifica a análise de qualquer investidor ou administrador de carteira, pois podemos fazer várias simulações e montar a mesma de várias formas, incluindo-se aí ativos livre de risco, tomamndo empréstimos e até efetuando vendas curtas com títulos. O espectro é enorme e pode ser formatado ao gosto de cada um.