



EFICIÊNCIA DE ESTRATÉGIAS DE STOP LOSS PARA CARTEIRA IGUALMENTE PONDERADA

Vinicius Moulin de Moraes

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, COPPE, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção.

Orientador: Juan Pablo Cajahuanca Luna

Rio de Janeiro
Outubro de 2018

EFICIÊNCIA DE ESTRATÉGIAS DE STOP LOSS PARA CARTEIRA
IGUALMENTE PONDERADA

Vinicius Moulin de Moraes

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DO INSTITUTO ALBERTO LUIZ COIMBRA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA DE ENGENHARIA (COPPE) DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM CIÊNCIAS EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO.

Examinada por:

Prof. Edilson Fernandes de Arruda, D.Sc.

Prof. Beatriz Vaz de Melo Mendes, Ph.D.

Prof. Ralph dos Santos Silva, D.Sc.

RIO DE JANEIRO, RJ – BRASIL
OUTUBRO DE 2018

Moraes, Vinicius Moulin de

Eficiência de Estratégias de Stop Loss para Carteira Igualmente Ponderada/Vinicius Moulin de Moraes. – Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, 2018.

XVI, 93 p.: il.; 29,7cm.

Orientador: Juan Pablo Cajahuanca Luna

Dissertação (mestrado) – UFRJ/COPPE/Programa de Engenharia de Produção, 2018.

Referências Bibliográficas: p. 69 – 72.

1. Stop Loss.
 2. Portfólio.
 3. Investimento.
 4. Carteira.
 5. Otimização Linear Inteira Mista.
 6. Backtest.
 7. Carteira Ingênua.
- I. Luna, Juan Pablo Cajahuanca. II. Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE, Programa de Engenharia de Produção. III. Título.

“A verdadeira viagem de descobrimento não consiste em procurar novas paisagens, mas em ter novos olhos”.
(Marcel Proust)

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

Agradeço à UFRJ e às suas instituições, COPPE e o Departamento de Engenharia de Produção (PEP), pela oportunidade do Mestrado e estrutura disponibilizada. À CAPES pelo incentivo e batalha pelo financiamento à Pesquisa. Ao meu Orientador, por me apoiar e orientar nas adversidades ocorridas no desenvolvimento deste projeto. Aos Professores do PEP e do DEI pelo constante apoio, em especial aos Professores Edilson, Laura e Ralph. À minha família, especialmente meu pai, minha mãe e meu irmão que me forneceram o ambiente de motivações e oportunidades para chegar até este momento. E à minha noiva, que ao meu lado, participou de toda esta construção.

Resumo da Dissertação apresentada à COPPE/UFRJ como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Mestre em Ciências (M.Sc.)

EFICIÊNCIA DE ESTRATÉGIAS DE STOP LOSS PARA CARTEIRA IGUALMENTE PONDERADA

Vinicius Moulin de Moraes

Outubro/2018

Orientador: Juan Pablo Cajahuanca Luna

Programa: Engenharia de Produção

Estratégias de investimento com *stop loss* são comumente empregadas no Mercado Financeiro, afim de se evitar grandes perdas nos investimentos, porém há pouca discussão literária a seu respeito. Há teorias que preconizam a sua inaplicabilidade, quais sejam as Teorias do Mercado Eficiente [1] e de Passeio Aleatório [2]. No entanto, há evidências de irracionalidade do mercado que indicam excessos de movimentos fora do preço justo dos ativos, que, por sua vez, justificariam o emprego desta estratégia.

Diante desta perspectiva, este trabalho buscou avaliar o uso de estratégias de *stop loss* em carteiras igualmente ponderadas (Carteiras Ingênuas), afim de se verificar a possibilidade de ganhos de curto prazo com o uso do *stop loss*, gerando valor no longo prazo da carteira. Avaliar uma estratégia de *stop loss* para venda, requer avaliar concomitantemente uma estratégia para compra dos ativos. A Carteira Ingênuas foi escolhida com este fim (carteira de ativos igualmente ponderados, baseada em Santiago [3]). Isso porque, a Carteira Ingênuas representa um perfil de investidor mais suscetível a erros, vieses comportamentais e desinformações e que poderia ser mais beneficiado pelo uso de *stop loss*. O método utilizado neste trabalho foi *backtest* das operações de compra e venda de ações, adquiridas por meio de uma pré-seleção dos ativos com melhores índice de Sharpe e vendidas quando rebalanceadas ou quando atingido o *stop loss* em análise. Foram testados *stop loss* simples diário, *stop loss* acumulado e *trailing stop loss*, com parâmetros calculados dinamicamente por otimização linear e estaticamente com parâmetro fixo, para todo período de análise. A otimização linear testou o valor de parâmetros ótimos de *stops* que maximizariam o lucro dos ativos individuais.

Abstract of Dissertation presented to COPPE/UFRJ as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science (M.Sc.)

EFFICIENCY OF STOP LOSS STRATEGIES FOR EQUALLY WEIGHTED PORTFOLIO

Vinicius Moulin de Moraes

October/2018

Advisor: Juan Pablo Cajahuanca Luna

Department: Production Engineering

Investment strategies with stop loss are commonly used in the Financial Market. Stop Losses are used in order to avoid large losses in investments. There is little literary discussion about their efficiency in investment strategies. Some theories are against stop loss efficiency, such as the Efficient Market Theory and the Random Walk Theory. However, these theories are also questioned by evidences of market irrationality that indicates excess movements outside the fair price of assets. The excess movements can create an opportunity for investors when using stop loss.

This thesis evaluates the use of stop loss strategy in equally weighted portfolios (naive portfolios). It verifies the possibility of short-term gains with the use of stop loss, in order to create long-term value to the portfolio. The Naive Portfolio was chosen because it represents an investor profile more susceptible to errors, behavioural biases and disinformation. The method used was the backtest of stock purchase and sale operations. The purchase criteria is the best Sharpe Index stocks in the in-sample period and the sell criteria is by achieving the rebalance term or when activated by the stop loss strategy. This work evaluates daily simple stop loss, cumulative stop loss and trailing stop loss. Their parameters are calculated by linear optimization and by a list of single parameters varying by 1%.

Sumário

Lista de Figuras	xi
Lista de Tabelas	xv
1 Introdução	1
1.1 Justificativa e Motivação	1
1.1.1 <i>Stops Loss</i> na Estratégia de Investimento	1
1.1.2 A Carteira Ingênuas	3
1.2 Objetivos: Geral e Específicos	4
1.3 Contribuições Deste Trabalho	5
1.4 Estrutura do Trabalho	5
2 Revisão Teórica e Bibliográfica	7
2.1 Investimentos e Lucros	7
2.2 Alocação de Ativos	7
2.3 <i>Backtest</i>	8
2.4 Carteira Ingênuas	9
2.5 Gestão de Carteira	10
2.5.1 Retornos de Ativos	10
2.5.2 Risco	11
2.6 Medidas de Avaliação de Desempenho de Carteira	12
2.6.1 Índice de Sharpe	12
2.6.2 Razão S	13
2.6.3 <i>Information Ratio</i> ou Sharpe Generalizado	13
2.7 Os <i>Stops</i>	13
2.8 Otimização Linear	15
3 Metodologia	16
3.1 Aquisição de Dados	16
3.1.1 Análise dos Dados	17
3.2 Sequenciamento das Atividades	17
3.3 Formação da Carteira Ingênuas	18

3.4	A Utilização de <i>Stops</i>	18
3.4.1	Definições Referentes aos <i>Stops</i>	19
3.4.2	<i>Stop Loss</i> Diário Simples	20
3.4.3	<i>Stop Loss</i> de Retorno Acumulado	20
3.4.4	<i>Trailing Stop Loss</i>	21
3.5	Modelos de Otimização dos <i>Stops</i>	21
3.5.1	Restrições de <i>Stop Loss</i> Simples	23
3.5.2	Restrições de <i>Stop Loss</i> Acumulado	23
3.5.3	Restrições <i>Trailing Stop Loss</i>	23
3.6	Algoritmo de <i>Backtest</i>	24
3.6.1	Uso de Todos os Parâmetros de <i>Stop</i>	24
3.6.2	Uso de Otimização na Definição dos Parâmetros de <i>Stop</i>	25
3.6.3	Retorno de uma Carteira com <i>Stops</i>	26
3.7	Retorno Final Total da Carteira	26
3.8	Avaliação de Desempenho das Carteiras	26
3.8.1	Análise de Probabilidade Acumulada do Índice de Superioridade das Carteiras com <i>Stop Loss</i>	26
3.9	Testes de Robustez	27
4	Resultados e Discussões	29
4.1	Carteira Ingênua Pura (sem <i>Stops</i>)	29
4.2	Carteiras com <i>Stop Loss</i>	30
4.2.1	Resultados dos Índices de Desempenho da Carteira com o Uso de <i>Stop Loss</i> Otimizado	30
4.2.2	<i>Stop Loss</i> Estáticos	36
4.2.3	Resumo dos Resultados	48
5	Testes de Robustez	50
5.1	<i>Stops</i> Otimizados Considerando Todo o Histórico dos Ativos como Período <i>In-sample</i>	50
5.2	Adição de Juros CDI às Carteiras Períodos de Desinvestimento	59
5.2.1	<i>Stop Loss</i> Diário Simples com Ativo Livre de Risco (CDI)	60
5.2.2	<i>Stop Loss</i> Acumulado com Ativo Livre de Risco (CDI)	62
5.2.3	Índice S com e sem Juros CDI	63
5.2.4	<i>Trailing Stop Loss</i> com Ativo Livre de Risco (CDI)	64
5.2.5	Resumo dos Testes de Robustez	65
6	Considerações Finais	67
	Referências Bibliográficas	69

A	Informações Complementares dos Resultados das Carteiras	73
A.1	Resultados Detalhados em Tabelas	73
A.2	<i>Stops</i> Estáticos	73
A.2.1	<i>Stop Loss</i> Acumulado	73
A.2.2	<i>Trailing Stop Loss</i>	76
A.2.3	Análise de Superioridade Estatística das Séries - Para 11 ativos	79
A.3	<i>Stops</i> Otimizados	85
A.3.1	<i>Stop Loss</i> Simples	85
A.3.2	<i>Stop Loss</i> Acumulado	86
A.3.3	<i>Trailing Stop Loss</i>	86
A.4	Resultados Detalhados em Figuras	87
A.4.1	Indicadores de Desempenhos das Carteiras Ingênuas com Uso de <i>Stop Loss</i> Otimizados	87

Lista de Figuras

3.1	Retorno Acumulado da Carteira Ingênua por Quantidade de Ativos.	19
3.2	Processo de Exemplificação de <i>Backtest</i>	24
3.3	Fluxograma do <i>Backtest</i> Realizado a Cada Rebalanceamento (<i>out-of-sample</i>).	25
4.1	Média dos Retornos Diários para as Carteiras Ingênua com e sem <i>Stop Loss</i> Simples Otimizado.	31
4.2	Retorno Acumulado para as Carteiras Ingênua sem e com <i>Stop Loss</i> Simples Otimizado.	31
4.3	Desvio Padrão para as Carteiras Ingênua sem e com <i>Stop Loss</i> Simples Otimizado.	32
4.4	Razão S para as Carteiras Ingênua sem e com <i>Stop Loss</i> Simples Otimizado.	32
4.5	Índice de Sharpe para as Carteiras Ingênua sem e com <i>Stop Loss</i> Simples Otimizado.	33
4.6	<i>Information Ratio</i> para as Carteiras Ingênua sem e com <i>Stop Loss</i> Simples Otimizado.	33
4.7	Índice de Superioridade Comparativo entre SL Simples e Carteira Ingênua Pura.	34
4.8	Estimativa da Probabilidade Acumulada de Superioridade da CIng com SL Simples sobre CIng Pura.	34
4.9	Índice de Superioridade Comparativo entre <i>Stop Loss</i> Acumulado e Carteira Ingênua Pura.	35
4.10	Estimativa da Probabilidade Acumulada de Superioridade da CIng com SL Acumulado sobre CIng Pura.	35
4.11	Índice de Superioridade Comparativo entre <i>Stop Loss</i> Acumulado e Carteira Ingênua Pura.	36
4.12	Estimativa da Probabilidade Acumulada de Superioridade da CIng com Trailing SL sobre CIng Pura.	36
4.13	Retorno Acumulado da Carteira com <i>Stop Loss</i> Acumulado para Diversos Parâmetros.	39

4.14	Retorno Médio da Carteira com <i>Stop Loss</i> Acumulado para Diversos Parâmetros.	39
4.15	Desvio Padrão dos Retornos da Carteira com <i>Stop Loss</i> Acumulado para Diversos Parâmetros.	40
4.16	<i>Information Ratio</i> da Carteira com <i>Stop Loss</i> Acumulado para Diversos Parâmetros.	40
4.17	<i>Information Ratio</i> da Carteira com <i>Stop Loss</i> Acumulado para Diversos Parâmetros.	41
4.18	<i>Information Ratio</i> Ajustado à Carteira Ingênua para as Carteiras com <i>Stop Loss</i> Acumulado de Diversos Parâmetros.	41
4.19	Retorno Acumulado para as Carteiras com <i>Trailing Stop Loss</i> de Diversos Parâmetros.	43
4.20	Ênfase no Retorno Acumulado para as Carteiras com <i>Trailing Stop Loss</i> de Diversos Parâmetros.	43
4.21	Retorno Médio para as Carteiras com <i>Trailing Stop Loss</i> de Diversos Parâmetros.	44
5.1	Desvio Padrão para as Carteiras Ingênua sem e com <i>Stop Loss</i> Simples Otimizado	51
5.2	<i>Information Ratio</i> para as Carteiras Ingênua sem e com <i>Stop Loss</i> Simples Otimizado	51
5.3	Retorno Acumulado para as Carteiras Ingênua sem e com <i>Stop Loss</i> Simples Otimizado	52
5.4	Índice de Sharpe para as Carteiras Ingênua sem e com <i>Stop Loss</i> Simples Otimizado	52
5.5	Razão S para as Carteiras Ingênua sem e com <i>Stop Loss</i> Simples Otimizado	53
5.6	Retorno Médio para as Carteiras Ingênua sem e com <i>Stop Loss</i> Simples Otimizado	53
5.7	Desvio Padrão para as Carteiras Ingênua sem e com <i>Stop Loss</i> Acumulado Otimizado	54
5.8	<i>Information Ratio</i> para as Carteiras Ingênua sem e com <i>Stop Loss</i> Acumulado Otimizado	54
5.9	Retorno Acumulado para as Carteiras Ingênua sem e com <i>Stop Loss</i> Acumulado Otimizado	55
5.10	Índice de Sharpe para as Carteiras Ingênua sem e com <i>Stop Loss</i> Acumulado Otimizado	55
5.11	Razão S para as Carteiras Ingênua sem e com <i>Stop Loss</i> Acumulado Otimizado	56

5.12	Retorno Médio para as Carteiras Ingênua sem e com <i>Stop Loss</i> Acumulado Otimizado	56
5.13	Desvio Padrão para as Carteiras Ingênua sem e com <i>Trailing Stop Loss</i> Otimizado	57
5.14	<i>Information Ratio</i> para as Carteiras Ingênua sem e com <i>Trailing Stop Loss</i> Otimizado	57
5.15	Retorno Acumulado para as Carteiras Ingênua sem e com <i>Trailing Stop Loss</i> Otimizado	58
5.16	Índice de Sharpe para as Carteiras Ingênua sem e com <i>Trailing Stop Loss</i> Otimizado	58
5.17	Razão S para as Carteiras Ingênua sem e com <i>Trailing Stop Loss</i> Otimizado	59
5.18	Retorno Médio para as Carteiras Ingênua sem e com <i>Trailing Stop Loss</i> Otimizado	59
5.19	Comparativo de Retorno Acumulado entre Carteiras com <i>Stop Loss</i> Diário Simples, com e sem Juros CDI Rentabilizando Capital Desinvestido.	60
5.20	Comparativo de Razão S entre Carteiras com <i>Stop Loss</i> Diário Simples, com e sem Juros CDI Rentabilizando Capital Desinvestido.	61
5.21	Comparativo de Retorno Acumulado entre Carteiras com <i>Stop Loss</i> Acumulado, com e sem Juros CDI Rentabilizando Capital Desinvestido.	62
5.22	Comparativo de Razão S entre Carteiras com <i>Stop Loss</i> Acumulado, com e sem Juros CDI Rentabilizando Capital Desinvestido.	63
5.23	Comparativo de Retorno Acumulado entre Carteiras para <i>Trailing Stop Loss</i> , com e sem Juros CDI Rentabilizando Capital Desinvestido.	64
5.24	Comparativo de Razão S entre Carteiras com <i>Trailing Stop Loss</i> , com e sem Juros CDI Rentabilizando Capital Desinvestido.	65
A.1	Desvio Padrão para as Carteiras Ingênua sem e com <i>Stop Loss</i> Acumulado Otimizado.	87
A.2	<i>Information Ratio</i> para as Carteiras Ingênua sem e com <i>Stop Loss</i> Acumulado Otimizado.	88
A.3	Retorno Acumulado para as Carteiras Ingênua sem e com <i>Stop Loss</i> Acumulado Otimizado.	88
A.4	Índice de Sharpe para as Carteiras Ingênua sem e com <i>Stop Loss</i> Acumulado Otimizado.	89
A.5	Razão S para as Carteiras Ingênua sem e com <i>Stop Loss</i> Acumulado Otimizado.	89

A.6	Retorno Médio para as Carteiras Ingênua sem e com <i>Stop Loss</i> Acumulado Otimizado.	90
A.7	Desvio Padrão para as Carteiras Ingênua sem e com <i>Trailing Stop Loss</i> Otimizado.	90
A.8	<i>Information Ratio</i> para as Carteiras Ingênua sem e com <i>Trailing Stop Loss</i> Otimizado.	91
A.9	Retorno Acumulado para as Carteiras Ingênua sem e com <i>Trailing Stop Loss</i> Otimizado.	91
A.10	Índice de Sharpe para as Carteiras Ingênua sem e com <i>Trailing Stop Loss</i> Otimizado.	92
A.11	Razão S para as Carteiras Ingênua sem e com <i>Trailing Stop Loss</i> Otimizado.	92
A.12	Retorno Médio para as Carteiras Ingênua sem e com <i>Trailing Stop Loss</i> Otimizado.	93

Lista de Tabelas

4.1	Indicadores de Desempenho da Carteira Ingênua sem <i>Stops</i> e do IBO-VESPA.	30
4.3	Indicadores de Desempenho da Carteira Ingênua com <i>Stop Loss</i> Simples Diário.	38
4.4	Indicadores de Desempenho das Carteiras Ingênua com e sem <i>Stop Loss</i> Acumulado.	42
4.5	Probabilidade de Superioridade das Séries para <i>Stop Loss</i> Simples. . .	44
4.5	Probabilidade de Superioridade das Séries para <i>Stop Loss</i> Simples. . .	45
4.6	Probabilidade de Superioridade das Séries para <i>Stop Loss</i> Acumulado. . .	46
4.7	Probabilidade de Superioridade das Séries para <i>Trailing Stop Loss</i> . . .	47
4.8	Faixa de Parâmetros de <i>Stops</i> com Resultados Superiores com o Uso de <i>Stop Loss</i>	49
A.1	Indicadores de Desempenho das Carteiras Ingênua com e sem <i>Stop Loss</i> Acumulado.	73
A.1	Indicadores de Desempenho das Carteiras Ingênua com e sem <i>Stop Loss</i> Acumulado.	74
A.1	Indicadores de Desempenho das Carteiras Ingênua com e sem <i>Stop Loss</i> Acumulado.	75
A.1	Indicadores de Desempenho das Carteiras Ingênua com e sem <i>Stop Loss</i> Acumulado.	76
A.2	Indicadores de Desempenho das Carteiras Ingênua com e sem <i>Stop Loss Trailing</i>	76
A.2	Indicadores de Desempenho das Carteiras Ingênua com e sem <i>Stop Loss Trailing</i>	77
A.2	Indicadores de Desempenho das Carteiras Ingênua com e sem <i>Stop Loss Trailing</i>	78
A.2	Indicadores de Desempenho das Carteiras Ingênua com e sem <i>Stop Loss Trailing</i>	79
A.3	Probabilidade de Superioridade das Séries para <i>Stop Loss</i> Acumulado. . .	79
A.3	Probabilidade de Superioridade das Séries para <i>Stop Loss</i> Acumulado. . .	80

A.3	Probabilidade de Superioridade das Séries para <i>Stop Loss</i> Acumulado.	81
A.3	Probabilidade de Superioridade das Séries para <i>Stop Loss</i> Acumulado.	82
A.4	Probabilidade de Superioridade das Séries para <i>Trailing Stop Loss</i> . . .	83
A.4	Probabilidade de Superioridade das Séries para <i>Trailing Stop Loss</i> . . .	84
A.4	Probabilidade de Superioridade das Séries para <i>Trailing Stop Loss</i> . . .	85
A.5	Indicadores de Desempenho das Carteiras Ingênua com e sem <i>Stop Loss</i> Simples.	86
A.6	Indicadores de Desempenho das Carteiras Ingênua com e sem <i>Stop Loss</i> Acumulado.	86
A.7	Indicadores de Desempenho das Carteiras Ingênua com e sem <i>Trailing Stop Loss</i>	86
A.7	Indicadores de Desempenho das Carteiras Ingênua com e sem <i>Trailing Stop Loss</i>	87

Capítulo 1

Introdução

Neste Capítulo é realizado a Introdução do assunto tratado nesta Dissertação, dividido em três partes: 1. Justificativa e Motivação, contextualizando o *stop loss* em investimentos e a adequação da carteira ingênua ao trabalho; 2. Objetivos, demonstrando o objetivo principal deste trabalho, os objetivos secundários e o diferencial em relação aos trabalhos já existentes e, por fim 3. Estrutura da Dissertação, que detalha de maneira resumida a organização dos assuntos abordados nesta dissertação.

1.1 Justificativa e Motivação

A estratégia mais utilizada no Mercado para minimizar o risco de uma carteira é a diversificação, cujo principal defensor foi Markowitz [4]. Markowitz defende a diversificação ao demonstrar que o risco de uma carteira é minimizado pelo fato de os riscos específicos dos ativos que a compõem, se balancearem, podendo gerar menor volatilidade no retorno total da carteira do que dos ativos separados. Dessa forma, era possível obter carteiras de investimento com perfil de retorno e risco mais eficientes.

1.1.1 *Stops Loss* na Estratégia de Investimento

A estratégia de *stop loss* também é utilizada no mercado financeiro como uma proteção contra grandes perdas em investimentos. Chama-se de *stop loss*, a ordem de operação de saída antecipada de um investimento, sendo baseada na perda máxima aceita pelo investidor. Como exemplo, imagine uma compra de ação com preços em queda. O investidor poderia aceitar as perdas de valor de curto prazo avaliando uma valorização futura da ação. Porém, poderia também esperar que o ativo seguiria em desvalorização e que não iria assumir esse risco, interrompendo o investimento da ação com uma venda. Optando por vender sua ação ao atingir

-10% de desvalorização, seu parâmetro de *stop loss* é de -10%. A mesma analogia é possível para um investimento iniciado com uma venda cujo *stop loss* se tornará uma compra em caso de valorização do ativo.

As operações de *stop* encerram ou reduzem o investimento no ativo, antes do período total planejado, podendo ser realizada em uma só operação (saindo totalmente da posição de investimento), ou em parcelas, para diferentes valores de *stop*, gerando uma perda média satisfatória ao investidor. Este trabalho avalia *stop loss* utilizados apenas para venda totalitária do ativo.

Dessa maneira, o objetivo de se utilizar o *stop loss* é permitir a saída antecipada da posição de investimento antes de uma maior desvalorização, buscando-se aumentar o retorno total de um ativo e, conseqüentemente, de uma carteira.

Alguns autores questionam a eficácia dos *stops*. Dybvig [5] demonstrou ser ineficiente utilizar *stop-loss* acumulado ou *stop gain* acumulado em alguns modelos teóricos de geração de retorno, devido aos alto custos das operações. Kaminski e Lo [2] demonstraram que uma configuração de *stop loss*¹ para um portfólio sempre culminarão em prêmio negativo, considerando um modelo de geração de retorno de passeio aleatório.

Porém, estes autores mostraram ser possível obter prêmios positivos em modelos de autocorrelação de grau 1 e no modelo *Markov regime-switching*. Eles obtiveram melhores resultados do que o *Buy & Hold* ao considerar uma estratégia de substituição por completo de ações para títulos públicos americanos, assim que cada ação tinha seu *stop* ativado, sem reinvestimento em ações no período avaliado.

A eficiência da utilização de *stop loss* pode ser questionada também pela Teoria do Mercado Eficiente, de Fama [1]. O autor determina Mercado Eficiente aquele em que, todos os preços dos ativos, estão sendo negociados a valor justo. Dessa forma, não é possível a obtenção de retornos maiores pela simples análise da variação de preços dos ativos.

De acordo com a Teoria do Mercado Eficiente, o retorno das ações seguem o modelo de passeio aleatório. Dessa forma, se torna impossível prever os movimentos do ativo, afim de se obter maiores vantagens com o timing do investimento, impossibilitando os *stops* de gerar retorno positivo acima do esperado pelo ativo.

Porém, a Teoria do Mercado Eficiente é questionada por autores de estudos em Economia Comportamental ao se identificar que o mercado e seus atuantes são mais irracionais do que racionais [6]. Os investidores sofrem a influência de diversos vieses comportamentais que os desviam de seus objetivos, podendo tornar o mercado irracional por anos [7]. Montier [7] informa que investidores normalmente utilizam métricas simplificadas para tomar decisões, ao invés de se utilizarem de métodos mais

¹comprando quando o retorno diário atinge determinado nível δ e vendendo quando o retorno acumulado atinge o nível $-\gamma$.

eficientes. Osler [8] identifica que investidores podem se sentir forçados a utilizar *stop loss* pelo simples fato de outros investidores o fazerem. Quando utilizado por uma grande quantidade de investidores, tal política gera enormes quedas de preços. Dessa forma, uma política de *stop* pode ser eficiente contra desvalorizações irracionais.

Este trabalho propõe um modelo de *stop* ótimo para ações de uma carteira ingênua, permitindo identificar se o *stop loss* ótimo em um período também gera retornos maiores nos períodos seguintes. Existindo essa prevalência, resta evidente que há irracionalidade do Mercado Brasileiro e que o mesmo não se mostrará eficiente em sua forma fraca, como definido por Fama [1]. Essa identificação também pode induzir o investidor a identificar melhores formas de se lidar com os *stops* no contexto da carteira ingênua.

Esta dissertação avalia a eficiência de três tipos de *stop loss*: retorno simples referenciado pelo retorno diário do dia anterior, de retorno acumulado desde a compra e o de *trailing stop*, referenciado pela cotação mais expressiva desde a compra.

Analisar a eficiência do *stop loss* consiste avaliar em conjunto tanto uma estratégia de saída (*stop*) de um investimento como uma de entrada. Para este último, existem diferentes abordagens, segundo o interesse e estratégias do investidor, podendo variar das mais simples às mais complexas, produzindo resultados diferentes conforme suas operações são acionadas. Tais resultados também variam conforme ativos e períodos considerados.

Nesta dissertação, os *stops* são avaliados por meio da estratégia de decisão de investimento baseado em carteira ingênua, que efetua compra e venda de ativos, em períodos pré-determinados. Os *stops* entrarão como antecipação de venda dentro destes períodos.

1.1.2 A Carteira Ingênua

carteira ingênua é denominada dessa forma por representar as decisões de um perfil específico de investidor: com carteira de R\$ 50 mil (pequeno investidor), não especializado no mercado financeiro, com pouco tempo para avaliação e análise de ativos e sem o uso de ferramentas quantitativas complexas para suas tomadas de decisão. Este perfil é mais suscetível a seguir recomendações de profissionais de mercado, a cometer erros e a utilizar estratégias de maneira menos eficiente, sendo, então, mais suscetível à prejudicar seus investimentos ao tentar utilizar estratégias como os *stops*.

Uma das estratégias ingênuas mais comum é a “heurística do $1/N$ ”, que corresponde à distribuição igualmente ponderada entre os ativos da carteira. Esses ativos são escolhidos segundo alguma métrica dos seus passados e a carteira é rebalanceada periodicamente. A “heurística do $1/N$ ” não é tendenciosa, pois não depende

de informações passadas que podem ser diferentes de resultados futuros e os rebalanceamentos necessários tendem a vender ativos valorizados e a comprar ativos desvalorizados [9].

1.2 Objetivos: Geral e Específicos

O objetivo desta dissertação é verificar a capacidade de tipos diferentes de *stop loss* otimizados gerarem excesso de retorno para um investidor que investe com a estratégia da carteira ingênua baseada em Santiago [3]. Os *stops* otimizados são aplicados em todos os ativos da carteira individualmente e são definidos por um modelo de otimização linear mista-inteira. O modelo de otimização busca a maximização de retorno de uma ação com o cálculo de um *stop loss* ótimo para ela. O modelo é aplicado para todas as ações que compõem a carteira e varia conforme cada rebalanceamento, gerando portanto, *stop loss* diferentes a cada período. Afim de se complementar a análise, abrangendo possíveis vantagens do uso do *stop loss* para investidor “ingênuo”, verifica-se também a existência de algum parâmetro de *stop loss* capaz de gerar ganhos consistentes para a carteira, sendo estático durante todo o período de análise e sendo aplicado em todos os ativos da carteira. O ganho é avaliado por meio de excesso de retorno e melhoria de eficiência da carteira (índice de Sharpe). Estes indicadores são avaliados no final do período total de análise e, para retorno acumulado, durante toda série temporal, tornando possível uma reflexão da probabilidade acumulada de superioridade das estratégias com *stop loss* em relação à carteira ingênua pura. A carteira ingênua é testada com três tipos de *stop loss*: diário simples, acumulado e *trailing stop loss*.

Os demais objetivos desta dissertação são:

- Identificar o comportamento do excesso de retorno das estratégias de *stop loss* no tempo, comparando-a com o retorno acumulado final do trabalho, por meio de análise estatística dos dados.
- Calcular *stop* ótimo para cada ação que forma a carteira ingênua, com a estratégia de rebalanceamento quadrimestral e com o uso de dados diários de retorno.
- Calcular desempenho das carteiras com cada um dos três tipos de *stop loss*, variando seu parâmetro de 1% em 1% de forma estática no período total de análise.
- Ajudar a identificar riscos e benefícios atrelados ao *stop* para investidores “ingênuos”.

- Confirmar a superioridade da carteira ingênua frente ao IBOVESPA, como encontrado em estudos anteriores.
- Apresentar a linguagem Python como alternativa às linguagens comumente usadas em trabalhos acadêmicos como Excel, VBA e Matlab.
- Verificar resultados em testes de robustez alterando quantidade de ativos, incluindo rentabilidade com ativo livre de risco após acionamento de *stops* e pela variação da quantidade de períodos in-sample consideradas no *backtest*.

1.3 Contribuições Deste Trabalho

As contribuições deste trabalho são diversas. Propor e avaliar a eficiência dos *stops loss* utilizando otimização linear para ações do Mercado Brasileiro, ainda não realizado. Discutir o uso de *stop loss* em Carteiras Ingênuas, para investidores não sofisticados, também não realizado. Adicionalmente, realizar o cálculo e análise comparativa entre diferentes tipos de *stop loss* (*stop loss* de retorno diário simples, *stop loss* de retorno acumulado e *trailing stop loss*), enquanto a maioria dos estudos se limita a apenas um. Além disso, do ponto de vista do Mercado brasileiro, avaliar o impacto das estratégia na quase totalidade de ações do mercado brasileiro, através do Índice Brasil Amplo (da Bolsa de Valores de São Paulo, BOVESPA - B3), enquanto outros estudos avaliam apenas índices de ações mais líquidas, como IBOVESPA, IbrX, entre outros. Permitir uma análise crítica e prática do uso do *stop loss* para investidores, avaliando o investimento no tempo, afetando a tomada de decisão.

1.4 Estrutura do Trabalho

No Capítulo 2 é revisitado o embasamento teórico necessário para atingir os objetivos dessa Dissertação. Além disso faz-se uma revisão bibliográfica de carteira ingênua e *stop loss*, além de contextualizar o problema ao mundo dos investimentos e de alocação de ativos. Discorre-se também a respeito de *backtest*, que é a ferramenta utilizada para calcular as medidas de desempenho de carteira.

No Capítulo 3 é exposta a metodologia de resolução do problema, discorrendo sobre os processos de seleção de ativos, de formação da carteira ingênua, utilizada como *benchmark*, e de aplicação dos diferentes tipos de *stops* à carteira. Por fim, demonstra-se a aplicação do *backtest* com as estratégias definidas e demonstrando as etapas necessárias para a obtenção dos resultados e testes de robustez do problema.

Já no Capítulo 4, são demonstrados os resultados para o desempenho da carteira ingênua pura (sem o uso dos *stops*) no período avaliado, o desempenho do modelo de otimização linear para o parâmetro de *stop* e os resultados com o uso *stops* estáticos.

No Capítulo 5 foram realizados testes de robustez, afim de se verificar a possibilidade de obtenção de resultados diferentes para a carteira ingênua com *stop loss* ao se alterar parâmetros do modelo de otimização de *stop* e incluindo os retornos de CDI em períodos de desinvestimento das ações causado pela ativação dos *stops*.

Por fim, o Capítulo 6 apresenta a conclusão do trabalho, continuando pela lista de fontes bibliográficas e apêndice de detalhamento de dados e gráficos dos capítulos de resultados e testes de robustez.

Capítulo 2

Revisão Teórica e Bibliográfica

Neste Capítulo é discutido o embasamento necessário para atingir os objetivos dessa dissertação. A primeira parte, contextualiza o problema ao mundo dos investimentos seguido de uma análise sobre alocação de ativos. Discorre-se então a respeito de *backtest*, ferramenta utilizada para calcular as medidas de desempenho de carteira, avaliando a carteira ingênua e o detalhamento sobre as medidas de avaliação de desempenho. Por fim, é feita uma revisão bibliográfica referente a estudos dos *stops loss* e do modelo de otimização linear que será aplicado sobre ele.

2.1 Investimentos e Lucros

Investidores do Mercado Financeiro trabalham constantemente na formação de estratégias para melhorar o retorno dos seus investimentos, seja para aumentá-lo, ou na busca de eficiência ou segurança. São diversas as metodologias de análise de preço, podendo citar: por precificação de ativos pela análise lucros futuros do investimento, com uso de dados contábeis das empresas e, por modelagens estatísticas ou econométricas, afim de se prever o retorno dos investimentos em função do comportamento dos preços.

Esta dissertação busca analisar a oportunidade de se utilizar *stops* junto à análise estatística histórica das cotações das empresas, através de *backtest*.

2.2 Alocação de Ativos

Brinson [10] propôs uma metodologia de análise de retorno de 91 fundos de pensão composta por 3 critérios: política de alocação (policy), seleção de ativos (selection) e tempo de mercado (timing). Política (policy) é definida como a estratégia de longo prazo do fundo para atingir seus objetivos, correspondendo aos pesos definidos a cada uma das classes de ativos que serão investidos e comporão

suas carteiras. Seleção (selection) é o processo de escolha dos ativos dentro de uma classe e o tempo de mercado (timing) se refere à alteração dos pesos do fundo em relação à sua política de investimentos, podendo aproveitar situações específicas do mercado em determinado momento. Andrino [9] categoriza e separa os 3 critérios em gestão passiva (também denominado de locação estratégica) e ativa (também denominado de alocação tática), sendo política correspondente ao primeiro e seleção e tempo de mercado correspondentes ao segundo.

A análise de *stop loss* nesta dissertação aborda de maneira simplificada os critérios. A estratégia de longo prazo da carteira é definida pela heurística do “1/N”, distribuindo os ativos igualmente na carteira. A seleção é feita pela análise do índice de Sharpe dos ativos nos retornos diários dos últimos 4 meses e o timing é analisado por meio da estratégia de *stop loss* utilizada.

2.3 *Backtest*

A análise de *backtest* consiste em testar uma estratégia em um determinado período, sem que isso incorra no erro de previsão. Isso é feito ao se considerar 2 períodos passados na estratégia, um mais antigo que o outro. No período mais antigo, é testada uma estratégia e calculado seu resultado. Com base nesses resultados, define-se o melhor parâmetro a ser testado no período mais recente.

Dessa forma, é possível decidir parâmetros e testar estratégias sem saber se de fato, no período testado, aquele seria o melhor parâmetro a se utilizar. O primeiro período (mais antigo) é chamado de *in-sample*. O segundo, mais recente, porém ainda no passado é chamado de *out-of-sample*. A ideia central de se utilizar o *backtest* é verificar a melhor estratégia para um passado mais antigo e testá-la em um passado mais recente, afim de se verificar sua eficácia.

O método *backtest* é comumente usado para avaliar a performance de uma carteira usando os dados históricos com uma estratégia preestabelecida.

Este método pode ser dividido em estático e dinâmico [11]. No estático, os ativos são alocados de forma fixa durante todo o período analisado. No dinâmico, a carteira é rebalanceada periodicamente, alterando-se o peso dos ativos.

Importante destacar que o *backtest* não prova que uma técnica é eficiente, porém, no caso de os resultados serem desfavoráveis à estratégia adotada, pode-se afirmar que não é eficiente. Esse modelo foi adotado afim de se consolidar que as estratégias de *stop loss* não funcionam no mercado brasileiro.

Nesta dissertação, o *backtest* será realizado sobre os modelos propostos no Capítulo 3 com objetivo de se verificar o comportamento das carteiras ao longo do tempo, ou seja, se as carteiras se mantêm superiores ou inferiores com o uso dos parâmetros de *stop loss*. Se a carteira apresentar o mesmo resultado durante o

período de testes, espera-se que ela venha apresentar o mesmo comportamento por um período semelhante, isto é, apresente uma propriedade chamada de estabilidade temporal.

2.4 Carteira Ingênuia

O pequeno investidor nesta dissertação é definido como aquele que tem disponível cerca de 50 mil reais para investir, como em [9].

A Carteira Ingênuia nesta dissertação se refere à sua composição pela heurística do “1/N”. Esta mesma expressão é utilizada por diversos trabalhos da literatura brasileira representando esta heurística de composição de carteira [9, 12–17].

1/N representa a divisão de capital da carteira entre o N ativos. Ou seja, o percentual de capital de cada ativo é equivalente ao total dividido pela quantidade de ativos. Por exemplo, para 10 ativos na carteira, cada um possui $1/10 = 10\%$ do capital.

Bernatzi e Thaler [12] constataram que os investidores têm um viés pela diversificação 1/N, ao identificar que adultos selecionando fundos de investimento para a aposentadoria dividem suas contribuições igualmente entre os fundos oferecidos por seu empregador. Battaglia [13] complementa informando que, a estratégia 1/N seria a escolha natural para investidores não profissionais se imaginarmos a seleção de carteira como uma seleção simultânea de diversos bens para consumo futuro.

Alguns autores avaliaram a eficiência da Carteira Ingênuia em comparação a outras estratégias de formação de carteira mais complexas e avaliaram seus desempenhos assim como variações dos critérios de seleção de ativos. Tanto a Carteira Ingênuia como modelos complexos possuem vantagens e desvantagens que variam conforme recursos e perfil do investidor.

Para Andrino [9], a principal vantagem de análises sofisticadas é que elas se propõem a considerar uma grande parte das informações históricas disponíveis, normalmente se apoiando em modelos econômicos e estatísticos avançados. Apesar disso, a busca de maior eficiência nos investimentos exige um alto custo para suas aplicações, como a obtenção de informação e mão-de-obra altamente qualificada.

Parâmetros de entrada estimados a partir de séries históricas podem introduzir problemas severos de erros nas estimativas e pode ser necessário um elevado montante de capital para que o portfólio adequado seja construído. São vários os autores que encontraram resultados superiores para carteiras “1/N” em relação à carteiras teóricas e de otimização [15, 17–20].

Kritzman et al. [18] afirmam que a carteira 1/N tem diversas características positivas, como evitar posições concentradas e vender ações na alta e comprar na baixa quando do rebalanceamento. Contudo, eles defendem os métodos baseados

na otimização e afirmam que eles deveriam ter desempenho superior, porque seria melhor usar alguma informação da amostra, mesmo que ela não seja muito confiável, do que ignorá-la totalmente.

Andrino [9] sugere como negativo o fato de a heurística “1/N” desconsiderar informações disponíveis pois poderiam ser utilizadas para se obter um resultado melhor. Porém, esta heurística possui um alto grau de simplicidade inerente (que pode se traduzir em um menor custo de implementação) e ser mais facilmente utilizada pelo pequeno investidor.

As diferenças entre os períodos amostrais, a frequência de rebalanceamento e de retornos e o número de ações considerado deixa dúvidas sobre a superioridade das carteiras 1/N com N pequeno no Brasil [3]. Porém, quando comparados ao IBOVESPA, essas carteiras tiveram resultados positivos, em diversos estudos [20–22]. Além disto, esta heurística evita a concentração excessiva de capital em ativos e captura os efeitos de reversão à média no rebalanceamento, ao comprar ações desvalorizadas e vender as valorizadas [18].

2.5 Gestão de Carteira

Depois de selecionados os ativos de composição de carteira, seu desempenho deve ser avaliado para constante verificação de eficiência das estratégias adotadas.

Os dois principais indicadores para a decisão de uma carteira são o retorno e o risco identificado, que podem ser calculados e apresentados de diversas maneiras descritas na literatura.

2.5.1 Retornos de Ativos

Para avaliar os desempenhos, algumas premissas foram adotadas relativas às variáveis consideradas:

- Preços contínuos;
- Não há problema com liquidez;
- As posições de investimento são independentes, logo não há interferência de uma operação com a outra (incluindo as operações de *stop loss*);
- Todas as posições estão encerradas no fim dos períodos;
- As regras de *stop loss* são estáticas e não dinâmicas; e
- As operações acontecem em t avaliando-se os resultados em $t - 1$, com compra ocorrendo na primeira operação do dia e a venda na última.

Em se tratando de retorno ou ganho obtido pela carteira ao final de um período sem considerar os riscos, os indicadores mais usados são: (i) retorno total percentual da carteira, (ii) retorno médio da carteira, (iii) excesso de retorno, e (iv) valor da carteira ao longo do período.

No mercado financeiro, em especial em ativos precificados a mercado, como no mercado de ações, o retorno (R_t) de um ativo se dá pela variação do seu preço (P_t) em um tempo definido.

O retorno simples de um período pode ser definido como:

$$R_t = \frac{P_t}{P_{t-1}} - 1 \quad (2.1)$$

Já o retorno simples de vários períodos (entre $t - k$ e t) é:

$$1 + R_t[k] = \prod_{j=0}^{k-1} (1 + R_{t-j}) \quad (2.2)$$

O retorno simples de vários períodos é a maneira mais comum de se avaliar o retorno de um ativo em um período. Porém o produtório transforma a equação de retorno em uma equação não linear. Afim de avaliar o retorno linearmente, pode-se utilizar o logaritmo neperiano (\ln), encontrando o log retorno (r_t) no período total (k):

$$\begin{aligned} r_t[k] &= \ln(1 + R_t[k]) = \ln[(1 + R_t)(1 + R_{t-1}) \cdots (1 + R_{t-k+1})] \\ &= \ln(1 + R_t) + \ln(1 + R_{t-1}) + \ln(1 + R_{t-1}) + \cdots + \ln(1 + R_{t-k+1}) \quad (2.3) \\ &= r_t + r_{t-1} + \cdots + r_{t-k+1} \end{aligned}$$

Cálculo de Retornos das Carteiras

Uma vez que a quantidade alocada de investimento em cada ação é a mesma para todos os ativos e inversamente proporcional à quantidade de ativos, o retorno da carteira R_p no instante t é a média simples dos retornos individuais dos ativos i :

$$R_{p,t} = \frac{\sum_{i=1}^N r_{i,t}}{N} \quad (2.4)$$

O retorno médio da carteira em um período é a média aritmética dos seus retornos.

2.5.2 Risco

O risco pode ser definido como a volatilidade de resultados inesperados, normalmente relacionada a valor de ativos ou passivos de interesse [23].

Markowitz [4] propôs um método de formação de carteiras que minimiza o risco para determinado retorno (ou maximiza o retorno para determinado risco), conhecido como maximização de média-variância. Desde sua publicação, a variância foi a principal medida de risco. Posteriormente, Markowitz destacou que a variância penaliza da mesma forma tanto a variação positiva quanto a negativa dos retornos e é incapaz de capturar eventos de baixa probabilidade de ocorrência, sendo portanto um indicador incompleto para gestão de carteira.

A maneira mais comum de se mensurar risco é através da média e variância de uma distribuição de probabilidade. A variância indica que quanto maior o seu valor, maior o risco associado ao ativo. Considerando uma carteira de distribuição normal, sua variância no tempo k pode ser estimada por:

$$\sigma^2 = \frac{\sum_{t=1}^k (r_t - \mu)^2}{k}, \quad (2.5)$$

em que μ é a média aritmética de r_t em k períodos.

2.6 Medidas de Avaliação de Desempenho de Carteira

Há um trade-off entre risco e retorno, sendo o risco, o esforço necessário para se obter o resultado final ou a incerteza dos investidores para o valor justo do ativo. Essa medida relativa entre risco e retorno é importante, porque para a obtenção de um retorno é preferível que se tenha menos riscos no investimento. As medidas que consideram risco e retorno são chamadas de medidas ajustadas ao risco [11].

2.6.1 Índice de Sharpe

Segundo Sharpe [24], este índice é uma medida de recompensa por unidade de risco. Este índice permite a comparação de diferentes ativos, enxergando-se o quanto o investidor é remunerado por unidade de risco. O indicador é definido por:

$$S_p = \frac{E(R_p) - R_f}{\sigma_{R_p}}, \quad (2.6)$$

em que f é o ativo livre de risco, R_f é o retorno do ativo livre de risco e σ_{R_p} é o desvio padrão (raiz quadrada da variância) dos retornos diários de P .

2.6.2 Razão S

A Razão RS é uma simplificação do Índice de Sharpe ao considerar que o retorno do ativo livre de risco é insignificante e próximo a zero.

$$RS_p = \frac{E(R_p)}{\sigma_{R_p}}. \quad (2.7)$$

2.6.3 *Information Ratio* ou Sharpe Generalizado

Sharpe alterou o índice original ao calcular a média e o desvio padrão do retorno diferencial entre o retorno do portfólio e um *benchmark*, representado por b : [23]

$$IR = \frac{E(R_p - R_b)}{\sigma(R_p - R_b)} \quad (2.8)$$

Nesta dissertação, este índice foi calculado para três *benchmarks* diferentes. O sharpe generalizado (representado por GSharpe) utilizou o cdi como *benchmark*, permitindo uma comparação direta com ativo livre de risco. Já o *information ratio* (IR), utilizou o índice IBOVSPA como *benchmark*, uma vez que a carteira é composta por ações, tendo alta volatilidade. Há também um indicador denominado “IR_CI”, que é o *information ratio* cujo *benchmark* é a própria carteira ingênua. Dessa forma, o indicador faz uma comparação direta da vantagem do emprego do *stop loss* na eficiência de investimento da carteira.

2.7 Os Stops

Apesar de muito recomendado por corretoras em investimentos *intradays* e utilizado por investidores, os *stops* foram pouco estudados na literatura financeira [25]. Isso pode ser justificado pelo fato de a hipótese do passeio aleatório ter sido largamente aceita nos anos de 1960s e 1970s [2]. Considerando um mercado eficiente e racional, as motivações pelo estudo das regras de *stop loss* foram eliminadas.

Lei e Li [26] demonstraram que estratégias com *trailing stops* podem reduzir o risco de investimentos independente do modelo de geração de retorno do ativo.

Klement [27] concluiu que *stop loss* tem como função principal a redução da volatilidade, mas pode também aumentar os retornos em algumas circunstâncias.

Dybvig [5] demonstrou ser ineficiente utilizar *stop loss* ou *stop gain* em alguns modelos teóricos de geração de retorno.

Kaminski e Lo [2] demonstraram que estratégias de *stop loss* sempre culminarão em prêmio negativo para modelo de geração de retorno de passeio aleatório. Porém mostraram ser possível obter prêmios positivos em modelos de autocorrelação de grau 1 e no modelo *Markov regime-switching*.

Chan e Ma [28] demonstraram uma metodologia de cálculo, voltada principalmente para investidores que consideram dados do passado para definir parâmetros de *stop*, identificando o impacto do uso de *stop loss* para qualquer estratégia de investimento afim de se evitar o uso repetitivo de *backtests*, propondo um *stop loss* ótimo em função dos dados anteriores por um *framework*.

A maioria dos *stop loss* podem ser divididos em dois grupos [28]: estático ou dinâmico. Essa categoria se refere à variável na qual o *stop loss* será utilizado e não ao parâmetro do *stop loss* (que é uma fração ou unidade do referencial). Estáticos ou dinâmicos se referem ao fato de alterarem no tempo ou não. *Stop loss* estáticos são definidos no momento da operação de entrada, sendo mais comumente utilizados como um percentual do preço inicial de entrada (por exemplo um *stop* de 10% sob preço de compra de uma ação). Já os *stop loss* dinâmicos seguem alguma referência que varia no tempo, como por exemplo a maior cotação desde a compra de uma ação (*trailing stop*), o valor médio do preço de uma quantidade de períodos anteriores ou o desvio padrão desses períodos em uma janela móvel. Para definir a saída do investimento, é atribuído o parâmetro de *stop loss* (%) ao preço de referência do investidor, de maneira que assim que o indicador observável (cotação ou retorno) se iguala à referência “stopada”, a operação de saída é iniciada.

Schalow [29] propõe um *stop loss* em função do desvio padrão do retorno da ação, incorporando, assim, a volatilidade da ação ao invés de se utilizar um parâmetro pré-definido e estático. Dessa forma, a probabilidade de o *stop* ser ativado é o mesmo para qualquer ação, sendo necessário apenas o uso do mesmo fator multiplicativo do desvio padrão para cada uma delas. Isso permite um melhor controle do investidor na saída de seus investimentos.

Outros estudos também avaliaram a eficiência do *stop loss* em diferentes situações. Shelton [30] analisou o uso de *stop loss* junto com *stop gain* em 2 fundos imobiliários conseguindo resultados melhores que com o *Buy & Hold*.

Hocquard [31] analisou o efeito do *stop loss* calculado como um valor truncado de uma distribuição gaussiana com parâmetro exógeno de volatilidade. O estudo obteve bons resultados frente ao S&P 500, porém não superou estratégias mais simples de *stop loss*, possuindo custos maiores.

Kaminski e Lo [2] conseguiram obter resultados melhores do que o do mercado ao desenvolver uma estratégia dinâmica de alocação de ativos entre ativos de alta volatilidade e bonds americanos. A estratégia consiste em migrar o investimento de um ativo de alto risco quando este é finalizado por um *stop*.

2.8 Otimização Linear

Dos métodos utilizados para resolução de problema de otimização linear, podemos citar o Simplex como mais utilizado. O método foi proposto por George B. Dantzig e publicado em 1949 [32, 33]. O método consiste em resolver problemas de otimização, com variáveis lineares, afim de se obter o melhor resultado possível para uma função de produção. Ele é aplicado a diversos problemas de engenharia, logística, administração, etc. Um modelo de otimização linear pode ser descrito de forma matricial como [34]:

$$\begin{aligned} &\text{Maximizar } Z = cx, \\ &\text{sujeito a: } Ax \leq b \text{ e } x \geq 0, \end{aligned} \tag{2.9}$$

em que Z é a função a ser otimizada, com vetor de parâmetros c que multiplica o vetor de variáveis de decisão x , com A como a matriz de coeficientes de restrição das variáveis de decisão e b como o vetor de parâmetros que definem os limites dessas restrições.

Nesta dissertação, a otimização foi utilizada para calcular o *stop* que maximiza o lucro de cada ativo no período in-sample e testado no período out-of-sample, compondo a carteira testada. O modelo utilizado em cada *stop* pode ser observado no Capítulo 3 (Metodologia).

A otimização linear é mais desejada em comparação à otimização não linear por permitir o cálculo da solução ótima por processos matemáticos menos complexos, e em sua maioria, menos custosos. De maneira geral, os problemas apresentam uma única solução ótima, entretanto é possível que devido às características do modelo matemático, o problema linear se torne complexo e custoso, sendo este o foco de pesquisas na academia referentes à otimização linear.

Capítulo 3

Metodologia

Este capítulo expõe a metodologia a ser utilizada nesta dissertação, com as ferramentas e técnicas fundamentadas no Capítulo 2. Está dividido em três seções. A primeira trata da estratégia de seleção de ativos, detalhando a aquisição dos dados e critérios de escolha de ativos. Em seguida dá-se o sequenciamento das atividades, expondo a metodologia de carteira ingênua utilizada para servir de *benchmark* para o trabalho e a terceira discorrendo sobre a metodologia de aplicação dos diferentes tipos de *stops* à carteira. Por fim, demonstra-se a aplicação do *backtest* com as estratégias definidas e demonstrando as etapas necessárias para a obtenção dos resultados e testes de robustez do problema.

O método da pesquisa utilizado é o quantitativo com abordagem dedutiva.

3.1 Aquisição de Dados

Os dados utilizados nesta dissertação merecem extrema atenção, pois são os insumos do trabalho e definem os resultados dos cálculos realizados e a conclusão desta dissertação. Desta maneira tratou-se de utilizar o banco de dados com o maior número de informações ou com menos dados faltantes para o período total avaliado.

Os dados foram obtidos da plataforma “ComDinheiro”, por apresentarem maior quantidade de dados que as plataformas gratuitas do Yahoo Finance e do Google Finance, que apresentavam menor histórico e mais dados incompletos que o primeiro.

Os dados coletados referem-se às cotações ajustadas para proventos (em particular, dividendos e juros sobre capital próprio), splits e inplits (como em [35]), por permitir uma comparação mais precisa entre manter o ativo investido ou vendê-lo, já que considera os instantes de pagamentos de dividendo (que aumentam o retorno quando investido), e não geram erros de valorização ou desvalorização dos ativos quando os mesmos sofrem desdobramento (split) ou agrupamento (inplit). Foram excluídos da lista as units por representarem mais de uma classe de valores mobiliários, assim como considerado em [26] e [35]).

As ações que compuseram a população analisada foram as listadas no IBrA (Índice Brasil Amplo) referentes ao 1º Quadrimestre (janeiro a abril) de 2018, da BVMF Bovespa.

3.1.1 Análise dos Dados

A análise das Carteiras foi feita com dados diários no período de janeiro de 2009 a dezembro de 2017. Essas datas foram escolhidas por permitir contemplar a maioria das ações presentes no IBrA para o primeiro trimestre de 2018, ao mesmo tempo que permitiu um maior período de tempo capaz de avaliar de maneira menos enviesada as estratégias e os ativos. O ano inicial contempla aproximadamente 80% dos ativos presentes no IBrA (considerando os dois anos iniciais de pré-operação) e o ano final é o ano imediatamente anterior ao da coleta dos dados.

Considerando o período total disponível para análise, Rodrigues [11] definiu que o período a ser utilizado para otimização e *backtest* deveria ser a metade do período máximo por ativo, sendo de no mínimo 5 anos, para cada modelo. Segundo o autor, isso maximiza a possibilidade de se obter mais de 1 mercado (alta e baixa ou de lado) para ambos os modelos. Nesta dissertação, tentou-se atuar da mesma maneira, considerando um período de *backtest* superior a 5 anos mas que permitisse a participação de uma grande quantidade de ações listadas do índice Brasil Amplo da Bolsa de Valores da B3. Dessa forma, o período desta dissertação foi de janeiro de 2009 a dezembro de 2017.

Primeiramente, foram identificadas as ações que compunham o IBrA na página da internet da Bolsa de Valores, Mercadorias e Futuros (BM&FBovespa) referentes ao primeiro trimestre de 2018. Em seguida, foram obtidas as cotações diárias de fechamento dessas ações. Destas, aquelas que não apresentaram cotação para todos os dias do quadrimestre anterior foram excluídas, assim como as ações que não haviam sido negociadas há pelo menos um ano da Bolsa de Valores. Não se evitou a inclusão de ações ordinárias e preferenciais da mesma empresa em uma carteira 1/N nos testes principais, pois variações entre elas poderiam fazer parte da discussão, apesar que o investidor poderia diversificar mais sua carteira ao não incluir duas ações da mesma empresa.

3.2 Sequenciamento das Atividades

Após selecionados os ativos se faz necessário selecionar a estratégia de carteira que melhor representa a atuação do investidor “ingênuo” e selecionar os tipos de *stop loss* a serem utilizados.

3.3 Formação da Carteira Ingênua

A Carteira Ingênua formada seguiu a mesma construção de [36], com rebalanceamentos a cada 4 meses, selecionando os N ativos melhor ranqueados pelo Índice de Sharpe (calculados com os retornos diários dos 4 meses anteriores, *in-sample*).

[13] mostrou que o desempenho ajustado ao risco de carteiras $1/N$ selecionadas aleatoriamente é pouco afetado para frequências de rebalanceamento mensal, bimestral, trimestral, quadrimestral, semestral e anual. Dessa maneira, foi escolhido o rebalanceamento quadrimestral como cenário-base do estudo, uma vez que foi aplicado por [36] e também é o de formação das carteiras teóricas da Bolsa de Valores B^3 .

Devido ao rebalanceamento quadrimestral, as carteiras alteram de ponderação por ativos a cada 4 meses. Dessa forma, no fim de 4 meses, algumas ações são vendidas e outras compradas para completar a quantidade de ativos programado para a carteira.

Nesta dissertação, a cada quadrimestre, a carteira é reformulada para o período seguinte (*out-of-sample*), sendo composta pelos N ativos de maior Índice de Sharpe, dos últimos 4 meses do período *in-sample*. Os ativos de maior Índice de Sharpe são escolhidos do universo das ações disponíveis.

Uma Carteira Ingênua pode ser construída com qualquer número de ações. Santiago [36] calculou os efeitos da Carteira Ingênua para 6 a 16 ativos, sendo considerado, portanto, uma carteira formada por pouco ativos. Uma carteira com N igual a 10, por exemplo, é composta pelas ações com os dez maiores IS do período anterior, com pesos iguais a 10% para cada uma.

O cenário-base deste estudo considerou a quantidade de 11 ativos para a composição da carteira. Isso se deu pela percepção da pequena variação que ocorreu na eficiência da carteira ao se utilizar acima de 11 ativos, no período de 2014 a 2017. Este foi o período considerado para o *backtest* do modelo de otimização linear e de comum com o *backtest* de *stops loss* estáticos (2009 a 2017). No Capítulo 5, a mesma análise será realizada para carteiras de 6 a 16 ativos, afim de se tentar perceber alguma variação significativa de resultados.

Pela Figura 3.1 é possível perceber que o retorno acumulado da carteira ingênua cresce continuamente de -0,27 (com 6 ativos) para 0,29 (com 11 ativos), reduzindo o retorno para 0,20 (para 13 ativos) e depois voltando ao patamar próximo a 0,30.

3.4 A Utilização de *Stops*

Os *stops* tem por objetivo, encerrar a posição de investimento em um ativo. Eles podem se diferir entre a referência e valor a ser considerados. *Stops* cujo retorno de

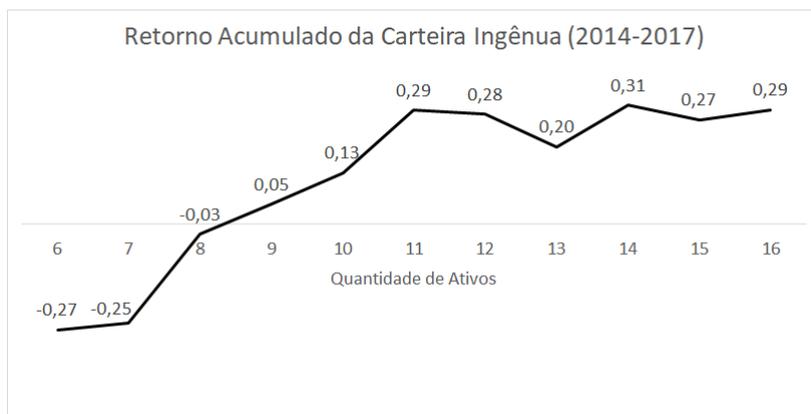


Figura 3.1: Retorno Acumulado da Carteira Ingênua por Quantidade de Ativos.

referência é negativo, são chamados de *stop loss*. *Stops* com retorno positivos são denominados *stop gain*. Enquanto o primeiro tem por objetivo evitar maiores perdas para um investimento, o segundo tenta maximizar o retorno naquele investimento, tendo como premissa que o ativo, depois de determinado valor de ganho, tenderá a se desvalorizar. Esta dissertação avaliou apenas estratégias com *stop loss*, não retratando o *stop gain*.

Nesta dissertação discutiremos três formas de *stop*, que se diferem entre si pelo parâmetro de referência que os ativam. São os *stops* diários simples, *stops* de retorno acumulado e *trailing stop*. Os 3 tipos são mais estudados na literatura e os mais presentes entre nos programas de negociação de ações (*homebrokers*) das corretoras, estando presente no instante de compra e venda de um ativo.

O retorno total diário de uma carteira é o somatório dos retornos diários de seus ativos. Na estratégia de carteira com *stop loss*, existem duas possibilidades para quando o *stop* é ativado. No período entre a ativação do *stop* e antes do próximo rebalanceamento, o capital disponível após o desinvestimento poderá ficar parado em uma conta não remunerada, como uma conta corrente, por exemplo, ou ser investido em um ativo livre de risco, de baixa remuneração.

Para o cenário-base deste estudo, a primeira opção foi escolhida. Nos testes de robustez, a opção de remuneração indexada ao CDI foi incluída para momentos pós *stops* (produtos indexados ao CDI podem ser facilmente encontrados em bancos e corretoras). Dessa maneira, o retorno da carteira continuará sendo o somatório dos retornos diários, com inclusão de retorno 0 nos momentos em que *stop* foi acionado em uma ação e não há retorno sobre ela.

3.4.1 Definições Referentes aos *Stops*

Antes de definir as regras do *stop loss* simples é importante fazer algumas ponderações. Para isso, nos baseamos nas mesmas premissas utilizadas em [2]:

Considere um portfólio arbitrário P com retorno r_t que satisfaz as seguintes premissas:

- Retornos estacionários com média finita μ , e variância σ^2 ; e
- Retorno esperado μ de P é maior que a taxa livre de risco r_f e $\pi = \mu - r_f > 0$.

Suponha que um investidor busque definir uma política de *stop loss* em uma estratégia de portfólio. Faz-se necessário identificar um retorno acumulado $R_t(J)$ do portfólio na janela de períodos J , sendo:

$$R_t(J) = \sum_{j=1}^J r_{t-j+1}. \quad (3.1)$$

O retorno do portfólio, denominado por r_{st} , composto pela estratégia do portfólio P e do *stop loss* S é:

$$r_{st} \equiv s_t r_t + (1 - s_t) r_f \quad (3.2)$$

sendo s_t o resultado das heurísticas binárias de cada tipo de *stop loss* abaixo, podendo atuar com mais de um *stop* concomitantemente.

3.4.2 *Stop Loss* Diário Simples

O *stop* diário simples utiliza o parâmetro de retorno diário do dia anterior como critério de venda.

Definição 1. A política de *stop loss* $S(\gamma, \delta)$ para a estratégia de portfólio P com retorno r é uma regra de alocação de ativo binária dinâmica s_t entre P e o ativo livre de risco F , de retorno r_f , em que s_t é a proporção do ativo alocado em P e

$$s_t \equiv \begin{cases} 0, & \text{se } r_{t-1} < -\gamma \text{ e } s_{t-1} = 1 \text{ (desinveste); e} \\ 1, & \text{se } r_{t-1} \geq -\gamma \text{ e } s_{t-1} = 1 \text{ (permanece investido),} \end{cases} \quad (3.3)$$

para $\gamma \geq 0$.

3.4.3 *Stop Loss* de Retorno Acumulado

O *stop loss* acumulado é ativado ($s_t = 0$) quando o retorno acumulado no período J é menor do que o limiar $(-\gamma)$ definido pelo investidor.

Definição 2. A política de *stop loss* $S(\gamma, J)$ para a estratégia de portfólio P com retorno R_t é uma regra de alocação de ativo binária dinâmica s_t entre P e o ativo livre de risco F , com retorno r_f , em que s_t é a proporção do ativo alocado em P e

$$s_t \equiv \begin{cases} 0, & \text{se } R_{t-1}(J) \leq -\gamma \text{ e } s_{t-1} = 1 \text{ (desinveste); e} \\ 1, & \text{se } R_{t-1}(J) > -\gamma \text{ e } s_{t-1} = 1 \text{ (permanece investido),} \end{cases} \quad (3.4)$$

para $\gamma \geq 0$.

3.4.4 *Trailing Stop Loss*

O *trailing stop loss* é ativado quando o preço atual (C_t) do ativo atinge um valor menor que o preço máximo histórico desde a compra ($C_{max,t}(J)$), multiplicado pelo *stop* ($1 - \gamma$). Essa estratégia de *stop* permite que o *stop* acompanhe a subida dos preços do ativo, não ficando restrita ao preço inicial.

Definição 3. A política de *stop loss* $S(\gamma, J)$ para a estratégia de portfólio P com preço C_t é uma regra de alocação de ativo binária dinâmica s_t entre P e o ativo livre de risco F , com retorno r_f , em que s_t é a proporção do ativo alocado em P :

$$s_t \equiv \begin{cases} 0, & \text{se } C_t \leq C_{max,t-1}(J) * (1 - \gamma) \text{ e } s_{t-1} = 1 \text{ (desinveste); e} \\ 1, & \text{se } C_t > C_{max,t-1}(J) * (1 - \gamma) \text{ e } s_{t-1} = 1 \text{ (permanece investido),} \end{cases} \quad (3.5)$$

para $\gamma \geq 0$.

3.5 Modelos de Otimização dos *Stops*

Para encontrar o *stop loss* ótimo para uma ação, é considerado sua série de retorno diário, r_t . Uma vez que a Carteira Ingênua é rebalanceada quadrimestralmente e o *stop* deve antecipar a venda neste período, é importante avaliar a otimização no período *in-sample* considerando compras e vendas a cada 4 meses. Dessa forma, as ações são avaliadas no modelo com a compra do ativo no primeiro instante de cada quadrimestre e vendidas no fim de cada quadrimestre, até o fim do período *in-sample*.

O modelo de otimização para os três tipos de *stop* são semelhantes, com exceção das restrições que definem a venda dos ativos. Dessa forma, o Modelo 3.6 é comum para os três *stop loss*. As restrições referentes à venda de cada *stop loss* estão separadas em 3.7, 3.8 e 3.9. Para considerar o modelo para um tipo de *stop loss* aplica-se o Modelo 3.6 com as restrições específicas do tipo de *stop loss*. As restrições

podem ser aplicadas concomitantemente, porém nesta dissertação, estão avaliados apenas as estratégias individuais.

Considere TI o conjunto de datas representadas pelo primeiro dia de cada quadrimestre de 2009 a 2017 e TF o conjunto de datas do último dia de cada quadrimestre. O modelo de otimização dos *stops loss* é definido como:

$$\begin{aligned}
& \text{Maximizar } \sum_{t=1}^T r_t * Comprado_t \\
& \text{sujeito a:} \\
& \quad Comprado_t \geq 1, t \in TI \\
& \quad Venda_t \leq 0, t \in TI \\
& \quad Comprado_t \geq 1, t \in TF \\
& \quad Compra_t \leq 0, t \in TF \\
& \quad Venda_t \geq 1, t \in TF \\
& \quad Comprado_t \leq 0, t \in TF
\end{aligned} \tag{3.6}$$

Compra e Venda

$$\begin{aligned}
& Comprado_t \geq Compra_t, t \in \{1...T\} \\
& Comprado_t \leq 1 - Venda_t, t \in \{1...T\} \\
& Comprado_t \leq Compra_t + Comprado_{t-1}, t \in \{1...T\} \\
& Comprado_t \geq Comprado_{t-1} - Venda_t, t \in \{1...T\}
\end{aligned}$$

em que:

$$\begin{aligned}
& Compra_t \in \{0, 1\} \\
& Venda_t \in \{0, 1\} \\
& Comprado_t \in \{0, 1\}
\end{aligned}$$

e r_t é o retorno diário da ação em t .

3.5.1 Restrições de *Stop Loss* Simples

As restrições abaixo são acopladas no modelo de Maximização para considerar a otimização do parâmetro de *stop loss* simples:

sujeito a:

$$\begin{aligned} r_{t-1} - stopL &\geq -BIG_M * (Venda_t), \quad t \in \{1...T\} \\ r_{t-1} - stopL &\leq BIG_M * (1 - Venda_t), \quad t \in \{1...T\} \\ stopL &\geq 0 \end{aligned} \quad (3.7)$$

em que:

$$stopL \in IR,$$

BIG_M é um número suficientemente grande, utilizado para forçar a variável que o multiplica a assumir o 0 ou o 1.

3.5.2 Restrições de *Stop Loss* Acumulado

As restrições abaixo são acopladas no modelo de Maximização para considerar a otimização do parâmetro de *stop loss* acumulado:

sujeito a:

$$\begin{aligned} RetAcum_t - stopL &\geq -BIG_M * (Venda_t) \\ RetAcum_t - stopL &\leq BIG_M * (1 - Venda_t) \end{aligned} \quad (3.8)$$

e $RetAcum_t$ é o retorno acumulado em t desde a compra.

3.5.3 Restrições *Trailing Stop Loss*

As restrições abaixo são acopladas no modelo de Maximização para considerar a otimização do parâmetro de *trailing stop loss*:

sujeito a:

$$\begin{aligned} C_{Max,t-1} * (1 - stopL) - C_{t-1} &\geq BIG_M * (Venda_t - 1) \\ C_{Max,t-1} * (1 - stopL) - C_{t-1} &\leq BIG_M * (Venda_t), \end{aligned} \quad (3.9)$$

e $C_{Max,t-1}$ é a cotação máxima da ação de a compra em $t - 1$ e C_{t-1} é a cotação da ação em $t - 1$.

3.6 Algoritmo de *Backtest*

3.6.1 Uso de Todos os Parâmetros de *Stop*

A análise de *backtest* permite comparar o desempenho das carteiras com e sem o uso de *stop loss*. O *backtest* é composto por duas etapas. A primeira chamada de *in-sample*, corresponde à aplicação de uma estratégia em um período pré-determinado, gerando parâmetros a serem utilizados em um período posterior, *out-of-sample*. No caso deste estudo, o cálculo do período *in-sample* determina o parâmetro de *stop loss* a ser testado nos períodos *out-of-sample* e foi utilizado para a avaliação da capacidade do modelo de otimização linear ser benéfico ao investidor.

A segunda parte chamada de *out-of-sample* tem por objetivo verificar o comportamento da estratégia do período *in-sample*, em um período posterior [11]. Na otimização o *stop* ótimo calculado no período *in-sample* é testado no período *out-of-sample*, com mesmo valor de parâmetro. Dessa forma, é possível observar se a estratégia se mantém eficiente no período em que o investidor não possui dados do passado, testando a eficiência da estratégia na carteira.

A Figura 3.2 (extraída em [11]) exemplifica o exposto acima. O tipo de *backtest* utilizado na otimização é considerado dinâmico, pois tanto o ativos de composição da carteira quanto os *stops* calculados variam conforme o rebalanceamento.

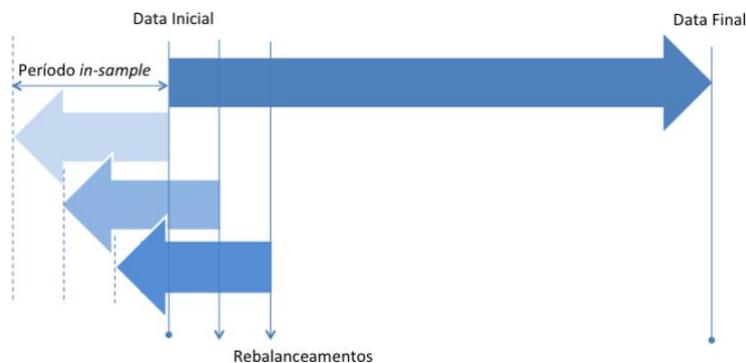


Figura 3.2: Processo de Exemplificação de *Backtest*.

O *backtest* é executado seguindo as seguintes etapas:

- 1 - Calcula-se o *stop loss* ótimo para cada ativo da carteira ingênua, utilizando para tanto o período *in-sample*.

- 2 - Calcula-se o desempenho da carteira com *stop loss* no período *out-of-sample*, utilizando o parâmetro de *stop loss* de cada ação do período *in-sample*.

- 3 - Calcula indicadores de desempenho da carteira.

- 4 - Caso ainda não esteja do período final total do estudo, retorna ao Item “1”.

Para cada ativo, em cada período entre rebalanceamentos, a análise é realizada da seguinte maneira: (Figura 3.3)

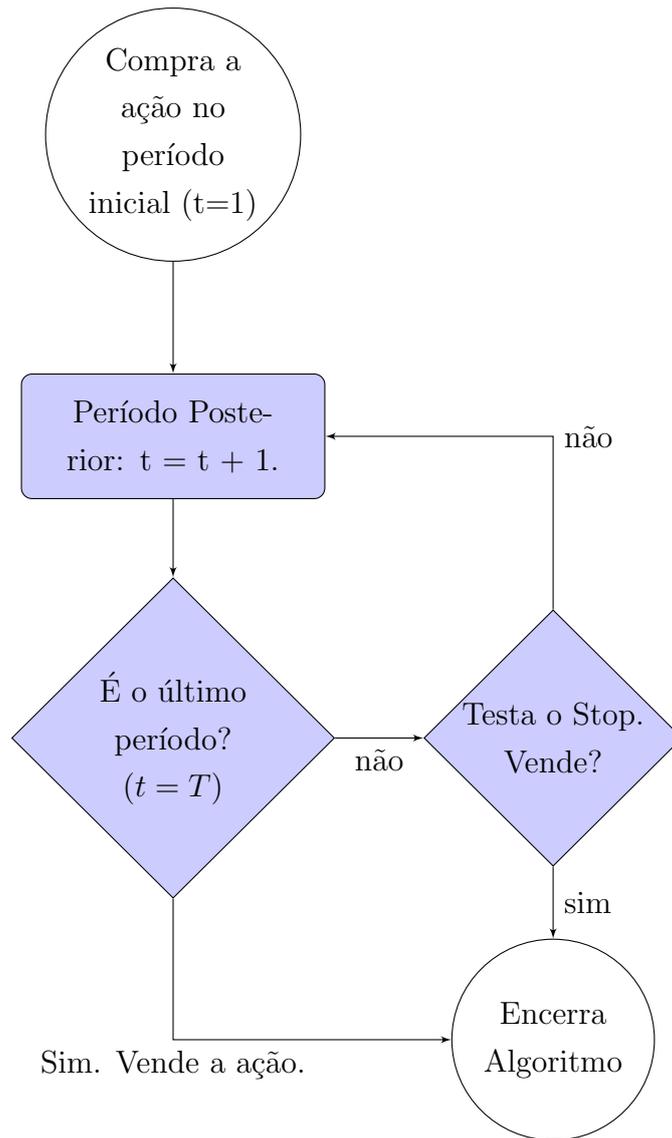


Figura 3.3: Fluxograma do *Backtest* Realizado a Cada Rebalanceamento (*out-of-sample*).

3.6.2 Uso de Otimização na Definição dos Parâmetros de *Stop*

O modelo de otimização serve para definir qual o *stop* a ser utilizado no período de *backtest*. Ele é calculado considerando os 4 últimos meses do período de *backtesting*, maximizando o retorno dos ativos em função do *stop* calculado. Dessa forma, o parâmetro de *stop* calculado no *in-sample* é testado no período *out-of-sample*, compilando-se o resultado. O resultado total da carteira é o somatório de retornos dos períodos *out-of-sample*.

A utilização da otimização tem a vantagem de não necessitar calcular todos os resultados de carteiras com todos os parâmetros de *stop* variando de 1% em 1%, sendo portanto, menos custosa.

3.6.3 Retorno de uma Carteira com *Stops*

O *stops*, quando acionados, antecipam a venda do ativo, não rentabilizando-o no resto do período. Quando acionado, o investidor encerra a posição no investimento. Dessa forma, naquele período, o retorno do ativo é o equivalente ao retorno do período até o acionamento do *stop*. Os outros períodos não investidos possuem retorno zero, ou CDI (caso o investidor consiga investi-lo, como analisado nos testes de robustez).

3.7 Retorno Final Total da Carteira

Ao final do período de apuração do estudo, as estatísticas finais da carteira, como retorno total e desvio padrão, serão em função dos retornos diários de cada quadrimestre (do período *out-of-sample*).

3.8 Avaliação de Desempenho das Carteiras

As carteiras de cada *stop* foram avaliadas com os indicadores de desempenho e comparadas à Carteira Ingênua sem *stops* (ou pura) para o período total. Apesar de os indicadores de desempenho contemplarem as variações de retorno ocorridas no período, os indicadores de retorno demonstram apenas o instante final. Dessa forma, para uma melhor avaliação dos resultados, é necessário avaliar o indicador da carteira no tempo. Da mesma forma, para se perceber os riscos da tomada de decisão, é necessário analisar a estimativa da probabilidade da carteiras com *stop loss* se manterem superiores à Carteira Ingênua pura, nos instantes (t) avaliados.

3.8.1 Análise de Probabilidade Acumulada do Índice de Superioridade das Carteiras com *Stop Loss*

O Índice de Superioridade utilizado para avaliar as carteiras no tempo é a comparação direta ou razão, entre os retornos acumulados da carteira com *stop loss* (P_S) em relação à Carteira Ingênua (P_i), em cada instante (t),

$$ISup(t) = \frac{R_{P_S,t}}{R_{P_i,t}} \quad (3.10)$$

Se a razão $ISup(t)$ for maior do que 1, significa que a estratégia em análise está superior à carteira ingênua pura, naquele instante.

A estimativa de probabilidade acumulada do índice de superioridade das carteiras se dá pelo somatório dos períodos com índices acima de 1, dividido pela quantidade de períodos totais. Porém, uma vez que temos apenas amostra, se faz necessário

estimar a função de distribuição do índice. Um dos estimadores mais utilizados é a função de distribuição empírica, que é conservadora. Conforme exposto por Wasserman [37]:

Considere uma amostra *iid* de tamanho n , denotada por X_1, X_2, \dots, X_n , da variável aleatória X , que tem função de distribuição F .

Definição 4. A função de distribuição empírica denotada por \hat{F}_n , é definida por:

$$\hat{F}_n(x) = \frac{\sum_{i=1}^n I(X_i \leq x)}{n}, \quad (3.11)$$

em que

$$I(X_i \leq x) = \begin{cases} 1 & \text{se } X_i \leq x \\ 0 & \text{se } X_i > x. \end{cases} \quad (3.12)$$

Pela inequação de Dvoretzky-Kiefer-Wolfowitz [37], o intervalo de confiança para \hat{F} pode ser definido pelos limites:

$$\begin{aligned} L(x) &\equiv LI(x) = \max\{\hat{F}_n(x) - \epsilon_n, 0\} \\ U(x) &\equiv LS(x) = \min\{\hat{F}_n(x) + \epsilon_n, 1\} \end{aligned}$$

em que

$$\epsilon_n = \sqrt{\frac{1}{2n} \ln\left(\frac{2}{\alpha}\right)} \quad (3.13)$$

e α é o nível de confiança.

Por meio do limite $LI(x)$ é possível estimar a probabilidade de o índice de superioridade ser maior que 1.

3.9 Testes de Robustez

Os Testes de Robustez foram utilizados para avaliar o impacto da variação de algumas variáveis do estudo, nos resultados obtidos. Os testes considerados foram:

- Verificar se o período considerado para o cálculo de otimização *in-sample* impacta nos resultados, alterando-o para todo o histórico de retorno disponível para cada ação ao invés de considerar apenas os últimos 5 anos.
- Incluir os retornos de CDI em períodos de desinvestimento das ações devido aos *stops*, aumentando a rentabilidade geral das carteiras que fizeram o uso do *stop loss* estáticos.

Impostos e Custos de Operação

Os impostos e custos de operação não foram incluídos na análise uma vez que não se diferem da Carteira Ingênua original. Nos períodos entre rebalanceamentos, o *stop* gera uma venda antecipada, que gera o mesmo custo que geraria no rebalanceamento.

Capítulo 4

Resultados e Discussões

Neste capítulo são apresentados e analisados os resultados obtidos em cada uma das etapas de sequenciamento das atividades descritas no Capítulo 3. Os resultados estão divididos para o desempenho da carteira ingênua pura (sem o uso dos *stops*), para o desempenho com a aplicação do modelo de otimização linear e para com os *stops* de parâmetros estáticos.

Todos os modelos foram construídos em linguagem Python 2.7.13, sob o ambiente Anaconda 4.4.0. Os modelos de otimização linear foram calculados utilizando a linguagem de modelagem PULP com resolvidor GUROBI 7.5.1.

Os algoritmos foram desenvolvidos no sistema operacional Windows (Windows 10 Home Single Language) em Notebook Samsung com processador Intel(R) Core(TM) i3-5005U de 2.00 GHz e 4 GB de memória RAM.

4.1 Carteira Ingênua Pura (sem *Stops*)

A Tabela 4.1 demonstra o resultado comparativo de desempenho entre a carteira ingênua pura (sem uso de *stops*, com 11 ativos, rebalanceamento quadrimestral no período de janeiro de 2009 a dezembro de 2017) e o IBOVESPA. A carteira ingênua demonstrou superioridade em todos os indicadores comparáveis ao IBOVESPA. Destaque para a superioridade dos indicadores de retorno e de risco, fazendo que os demais indicadores de desempenho de carteira também reafirmem superioridade.

Tabela 4.1: Indicadores de Desempenho da Carteira Ingênua sem *Stops* e do IBOVESPA.

Ind. Desempenho	Carteira Ingênua	IBovespa
Retorno Acumulado	4,1261	1,0346
Retorno Médio	0,0008	0,0004
Desvio Padrão	0,0136	0,0150
Razão S	0,0600	0,0285
GSharpe	0,0304	0,0016
IR	0,0414	NA

4.2 Carteiras com *Stop Loss*

Afim de se atender aos objetivos do trabalho, os *stops loss* foram adicionados à carteira ingênua se originando de otimização e por seleção de parâmetro estático.

4.2.1 Resultados dos Índices de Desempenho da Carteira com o Uso de *Stop Loss* Otimizado

Descreve-se aqui os resultados dos índices de desempenho da carteira com o uso de *stop loss* otimizado para todas as quantidades de ativos e para os 3 tipos de *stop loss*. Como o comportamento dos indicadores apresentou grande semelhança entre os três tipos de *stop loss*, aqui foram apresentadas apenas as figuras referentes ao *stop loss* simples diário. As demais figuras podem ser vistas no Apêndice A, Seção A.4.

Primeiro seleciona-se os ativos pelo índice de Sharpe. Em segundo, calcula-se o *stop* ótimo para cada ativo, considerando os dados dos últimos 5 anos de cada ação. As séries de dados considerados, contempla compra e venda do mesmo ativo a cada 4 meses (período de rebalanceamento). Em terceiro, os *stops* foram testados na carteira ingênua, para os períodos de *backtest*. A avaliação de desempenho da carteira foi testada então no período *out-of-sample* de *backtest*, de 2014 a 2017. Os resultados podem ser encontrados nos gráficos a seguir e na tabela do Apêndice A, tabelas A.5, A.6 e A.7.

O retorno médio apresenta superioridade para o uso de *stops* otimizados em carteira ingênua para quantidade de até 8 ativos. Após isso, o uso de *stops* se torna desinteressante. O mesmo acontece para *stop loss* acumulado e para *trailing stop loss*. Porém, para este último, a superioridade existe para até 7 ativos.

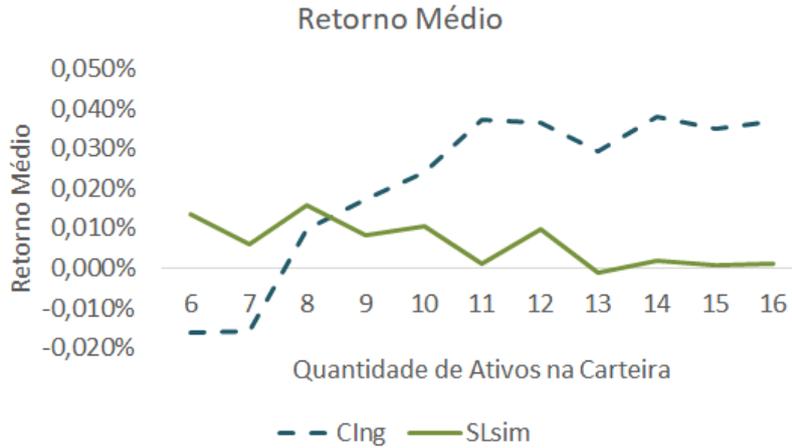


Figura 4.1: Média dos Retornos Diários para as Carteiras Ingênuas com e sem *Stop Loss* Simples Otimizado.

O retorno acumulado, apresenta resultados superiores ao da carteira ingênuas sem stops para até 9 ativos. Aumentando a quantidade de ativos, a carteira ingênuas pura é superior. O mesmo ocorre para os outros tipos de *stop*, alterando o limite de 9 para 8.



Figura 4.2: Retorno Acumulado para as Carteiras Ingênuas sem e com *Stop Loss* Simples Otimizado.

O desvio padrão apresentou valores bastante inferiores ao da carteira ingênuas pura composta por qualquer quantidade de ativos, assim como nos exemplos dos *stops* estáticos. O mesmo aconteceu também para *stop loss* acumulado e para *trailing stop loss*. Isso pode ser justificado pelo fato de o montante desinvestido, pelo *stop loss*, apresentará retorno diário de 0% ou próximo a isso (CDI), no período desinvestido. Ao considerar o retorno diário da carteira (ponderado aos ativos), o retorno da carteira também se aproximará de zero, apresentando menor variação à média de retornos diários da carteira. (que também é próxima de 0).

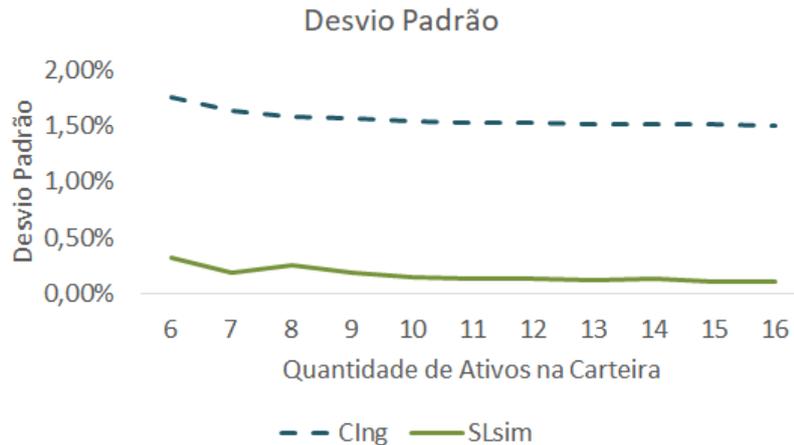


Figura 4.3: Desvio Padrão para as Carteiras Ingênua sem e com *Stop Loss* Simples Otimizado.

O índice Razão S também demonstrou superioridade do uso dos *stops* para até 10 ativos. Com 11 ativos se torna inferior, se tornando superior novamente com 12 e voltando a ser inferior a partir de 13 ativos. Nos resultados com *stop loss* acumulado, a superioridade inicial se mantém até 9 ativos, se tornando inferior para 10 ativos, voltando a ser superior para 11 e 12 e depois se mantendo inferior do 13 ao 16. Já o uso do *trailing stop loss* permitiu superioridade para até 12 ativos, se mantendo inferior a partir deste valor.

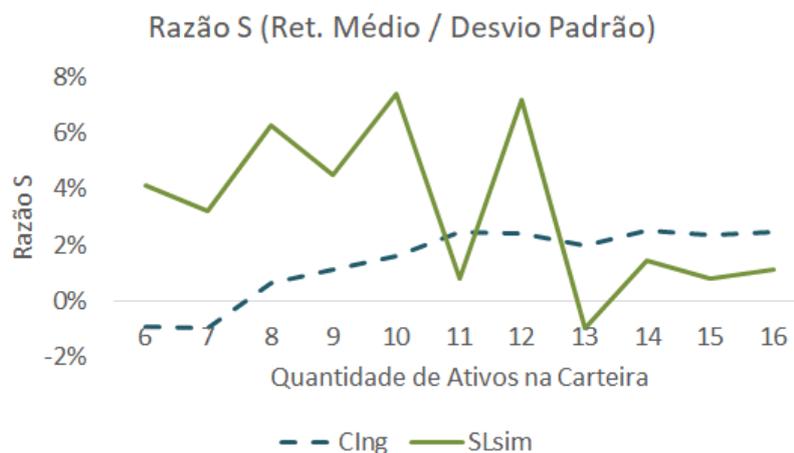


Figura 4.4: Razão S para as Carteiras Ingênua sem e com *Stop Loss* Simples Otimizado.

Já o índice de Sharpe apresentou inferioridade para carteira com *stop loss* para qualquer quantidade de ativos em relação à carteira ingênua pura e para qualquer tipo de *stop loss*. Isso pode ser justificado pela pequena rentabilidade acumulada no período, que é inferior ao CDI e pela volatilidade superior.

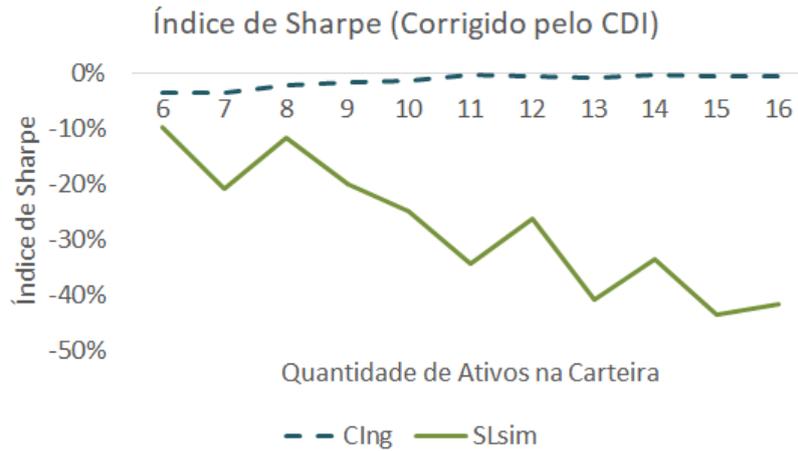


Figura 4.5: Índice de Sharpe para as Carteiras Ingênua sem e com *Stop Loss* Simples Otimizado.

Já o *information ratio*, que possui como *benchmark* o IBOVESPA com retorno e desvio padrão de mesma ordem de grandeza que a carteira ingênua, apresenta superioridade da carteira com *stop loss* simples para até 9 ativos. O mesmo aconteceu para *stop loss* acumulado e *trailing stop loss*.

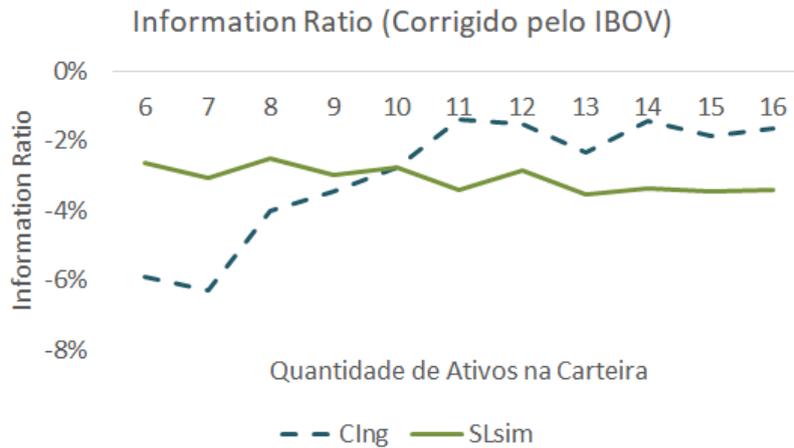


Figura 4.6: *Information Ratio* para as Carteiras Ingênua sem e com *Stop Loss* Simples Otimizado.

Análise de Superioridade Estatística das Séries - Para 11 ativos

Analisar um indicador de desempenho para uma carteira avaliando apenas a diferença entre períodos, não garante que a estratégia é superior ou inferior a outra. Se faz necessário avaliar também outros critérios que auxiliem o investidor na difícil tarefa de escolher seus investimentos. Uma dessas maneiras é acompanhando o retorno acumulado durante todo o período avaliado e o seu comportamento. O resultado desta análise está demonstrado a seguir.

Como informado no Capítulo 3, apesar de as três estratégias de *stop loss* terem apresentado retorno acumulado inferior no período total, é possível verificar pelas Figuras 4.7, 4.9 e 4.11, que as estratégias com *stop loss* estiveram superiores na maior parte do período. Isso é comprovado pelas Figuras 4.8, 4.10 e 4.12, que apresentam a estimativa da probabilidade acumulada da quantidade de períodos em que a estratégia de *stop loss* superou a carteira ingênua pura. As linhas das Figuras 4.8, 4.10 e 4.12 representam o acúmulo de probabilidade média (“MED”), o limite inferior (“LI”) e o limite superior (“LS”). Para formação dos dois últimos, utilizou-se a Equação 3.13, com n de 1003 períodos, resultando em um ϵ de 0,043.



Figura 4.7: Índice de Superioridade Comparativo entre SL Simples e Carteira Ingênua Pura.

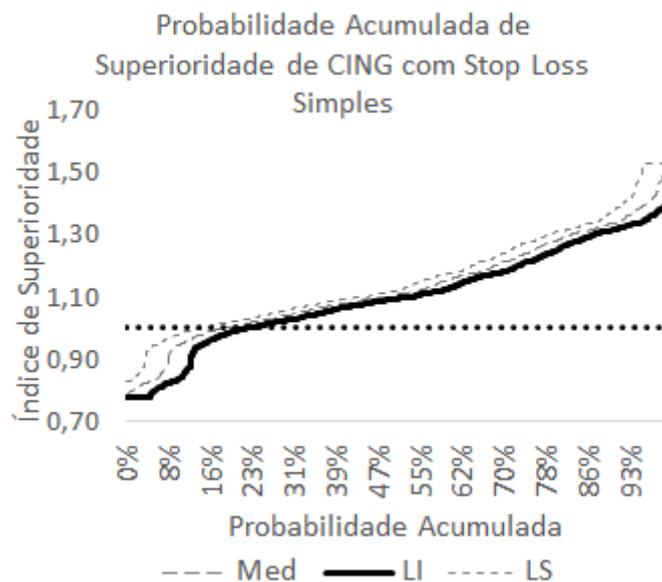


Figura 4.8: Estimativa da Probabilidade Acumulada de Superioridade da CING com SL Simples sobre CING Pura.

O uso de *stop loss* otimizado simples superou a carteira ingênua pura em 78%

dos períodos, com índice de confiabilidade de 95%.



Figura 4.9: Índice de Superioridade Comparativo entre *Stop Loss* Acumulado e Carteira Ingênua Pura.

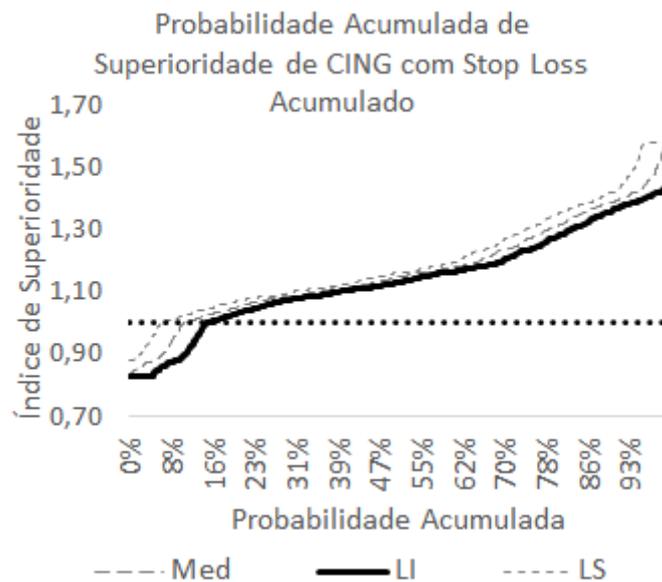


Figura 4.10: Estimativa da Probabilidade Acumulada de Superioridade da CIng com SL Acumulado sobre CIng Pura.

O uso de stop loss otimizado acumulado superou a carteira ingênua pura em 86% dos períodos, com índice de confiabilidade de 95%.



Figura 4.11: Índice de Superioridade Comparativo entre *Stop Loss* Acumulado e Carteira Ingênua Pura.

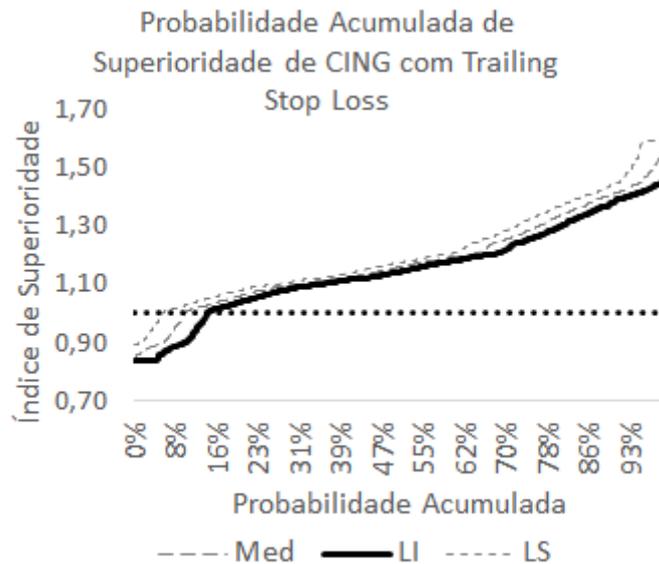


Figura 4.12: Estimativa da Probabilidade Acumulada de Superioridade da CIng com Trailing SL sobre CIng Pura.

O uso de trailing *stop loss* otimizado superou a carteira ingênua pura em 86% dos períodos, com índice de confiabilidade de 95%.

4.2.2 *Stop Loss* Estáticos

Os resultados com carteira ingênua com *stop loss* estão demonstrados para cada valor de *stop loss* calculado, por indicador.

Stop Loss Diário Simples

Como informado anteriormente, o *stop loss* simples Diário é um política de *stop loss* referenciada ao valor do retorno do dia anterior. Ou seja, o *stop* é ativado caso

o retorno de ontem tenha sido menor que o parâmetro de *stop* definido.

A Tabela 4.3 demonstra o desempenho da carteira ingênua para diferentes valores de *stop loss* simples. Para qualquer valor deste *stop*, os indicadores de retorno (acumulado e médio) apresentaram resultados inferiores à carteira ingênua pura, demonstrando que o *stop loss* simples não contribui com o retorno da carteira no período analisado.

O desvio padrão diminui de valor para qualquer parâmetro de *stop loss* utilizado. Isso é razoavelmente justificável pelo fato de o *stop loss* substituir retornos da carteira original por valores mais próximos a zero, que é um valor bem próximo da média de retornos totais da carteira.

Os indicadores de “Razão Sharpe”, *information ratio* e o “*information ratio - CI*” apresentaram valores inferiores para as estratégias de *stop loss*, independentemente do valor destas. Apesar da queda dos desvios padrão, o retorno mais baixo implicou em piores resultados para estes indicadores.

Os dados referentes aos outros indicadores de desempenho das carteiras se encontram no Apêndice A

Tabela 4.3: Indicadores de Desempenho da Carteira Ingênua com *Stop Loss* Simples Diário.

Estat	R Acum	Médio	DesvPad	RazaoS	IR	IR CI
CIng	4,13	0,082%	1,359%	6,00%	4,1%	NA
-0.01	0,15	0,01%	0,30%	2,10%	-2,50%	-5,70%
-0.02	0,19	0,01%	0,40%	2,30%	-2,40%	-5,70%
-0.03	0,33	0,01%	0,50%	2,80%	-2,10%	-5,70%
-0.04	0,42	0,02%	0,60%	2,80%	-2,00%	-6,30%
-0.05	0,94	0,03%	0,80%	4,10%	-0,90%	-5,80%
-0.06	1,29	0,04%	0,90%	4,30%	-0,10%	-6,00%
-0.07	2,55	0,06%	1,10%	5,70%	2,00%	-3,90%
-0.08	3,23	0,07%	1,20%	5,90%	3,00%	-2,60%
-0.09	3,49	0,07%	1,20%	5,95%	3,30%	-2,20%
0.0	0,12	0,01%	0,30%	1,80%	-2,50%	-5,80%
-0.11	3,56	0,08%	1,30%	5,80%	3,50%	-2,50%
-0.12	3,54	0,08%	1,30%	5,70%	3,50%	-3,20%
-0.13	3,53	0,08%	1,30%	5,60%	3,60%	-3,90%
-0.14	3,59	0,08%	1,30%	5,70%	3,60%	-3,90%
-0.15	3,46	0,08%	1,30%	5,60%	3,50%	-5,00%
-0.16	3,4	0,07%	1,30%	5,50%	3,40%	-5,70%
-0.17	3,98	0,08%	1,35%	5,90%	4,00%	-1,80%
-0.18	3,87	0,08%	1,35%	5,90%	3,90%	-3,60%
-0.19	3,87	0,08%	1,35%	5,90%	3,90%	-3,60%
-0.10	3,45	0,07%	1,30%	5,80%	3,40%	-2,70%
-0.20	3,95	0,08%	1,36%	5,90%	4,00%	-3,00%

O Apêndice A detalha os dados adquiridos para todos os stops de cada tipo.

***Stop Loss* Acumulado**

O *stop loss* acumulado é caracterizado por ser ativado quando o retorno acumulado do ativo (desde o momento da compra) se iguala ou é inferior ao parâmetro de *stop*. Para a carteira ingênua, o *stop loss* acumulado demonstrou retornos acumulados superiores à da carteira ingênua pura entre os parâmetro de *stop* -25% e -56%, como se pode observar na Figura 4.13. O maior valor de retorno se encontra no *stop* acumulado de -29% e o menor com o *stop* de 0%. A partir do valor de *stop* de -66%, não ocorreu o evento de *stop* em nenhum momento das séries, sendo o retorno acumulado destas séries igual à da carteira ingênua sem *stops*.

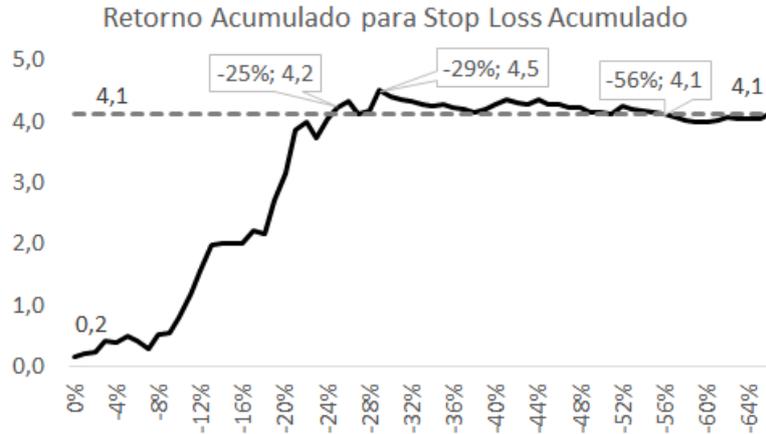


Figura 4.13: Retorno Acumulado da Carteira com *Stop Loss* Acumulado para Diversos Parâmetros.

O retorno médio das carteiras com *stop loss* demonstraram comportamento similar à do retorno acumulado, porém a partir do momento que superaram o retorno médio da carteira sem *stops*, oscilaram entre resultados superiores e inferiores, como mostrado pela Figura 4.14

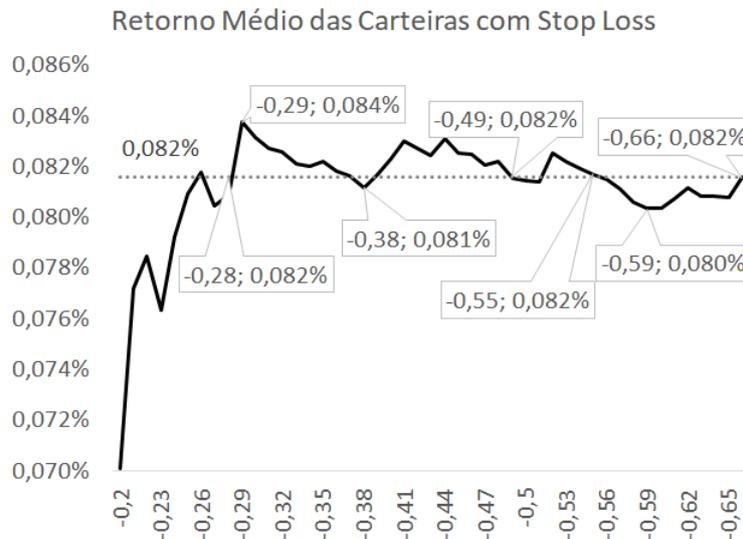


Figura 4.14: Retorno Médio da Carteira com *Stop Loss* Acumulado para Diversos Parâmetros.

O desvio padrão se mantém sempre abaixo do desvio padrão da carteira sem *stops*, iniciando em seu valor mínimo de 0,45% (*stop* igual a 0) até o valor da carteira sem *stop* de 1,36% (*stop* igual a -66%. Ver Figura 4.15).

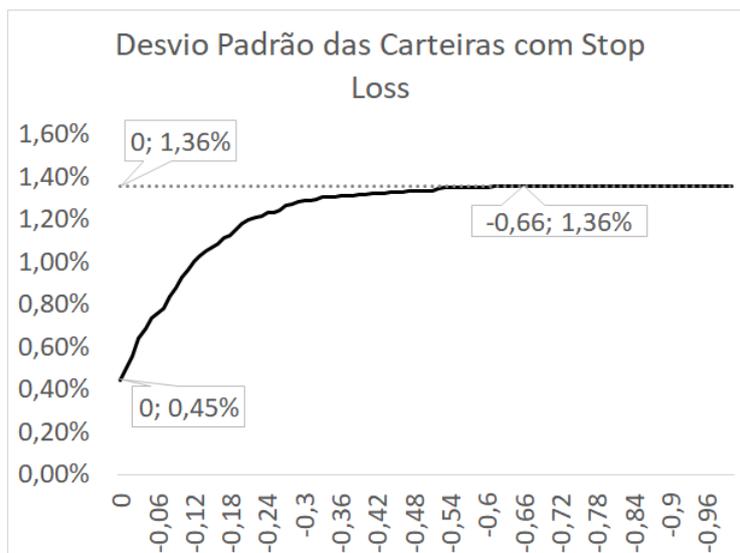


Figura 4.15: Desvio Padrão dos Retornos da Carteira com *Stop Loss* Acumulado para Diversos Parâmetros.

O *information ratio*, que é um equivalente ao índice de Sharpe ajustado ao *benchmark* de mercado (IBOVESPA), apresentou um comportamento de resultados similares ao do retorno médio, com máximo de 4,3% com o *stop loss* acumulado em -29% (Figura 4.16).

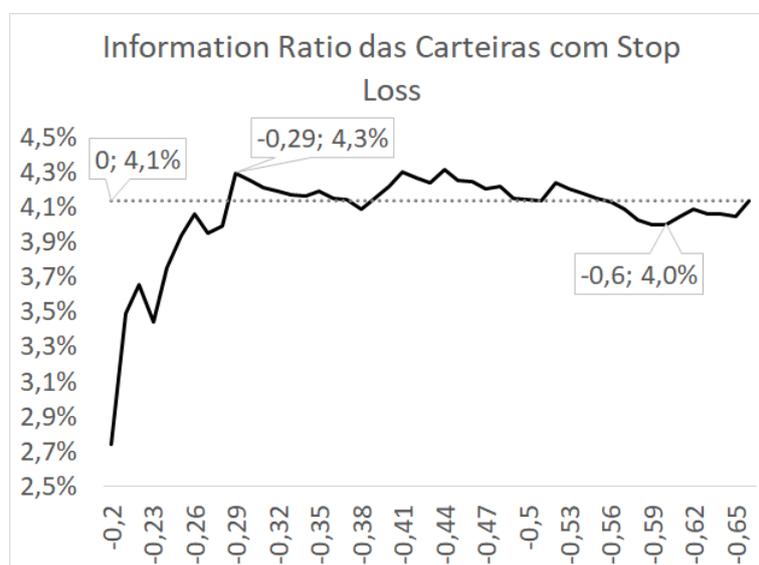


Figura 4.16: *Information Ratio* da Carteira com *Stop Loss* Acumulado para Diversos Parâmetros.

A Razão S, definida pela divisão entre o retorno médio das carteiras e seus respectivos Desvios Padrão, supera a carteira sem *stops* (6,00%) a partir do *stop* -21% (-6,42%), permanecendo superior até o *stop* -57% (6,00%. Ver Figura 4.17).

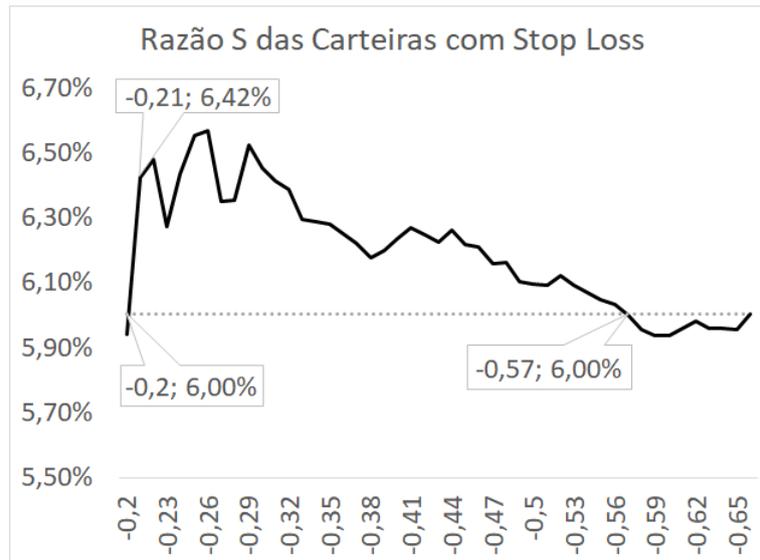


Figura 4.17: *Information Ratio* da Carteira com *Stop Loss* Acumulado para Diversos Parâmetros.

O *information ratio* ajustado à própria carteira ingênua sem os *stops* apresenta *stops loss* acumulados que maximizam o indicador, oscilando para o intervalo de -26% a -57%, conforme a Figura 4.18.

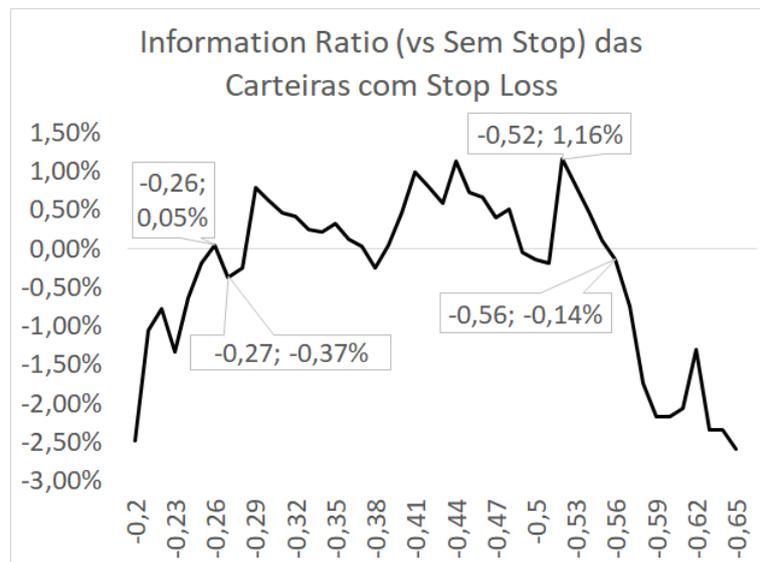


Figura 4.18: *Information Ratio* Ajustado à Carteira Ingênua para as Carteiras com *Stop Loss* Acumulado de Diversos Parâmetros.

A Tabela 4.4 demonstra os valores desses e outros indicadores para *stops* de 0% a -100%.

Tabela 4.4: Indicadores de Desempenho das Carteiras Ingênua com e sem *Stop Loss* Acumulado.

	R. Acum	Médio	DesvPad	RazaoS	GSharpe	IR	IR-CI
CIng	4,13	0,082%	1,36%	6,0%	3,0%	4,1%	
SL acum	R. Acum	Médio	DesvPad	RazaoS	GSharpe	IR	IR-CI
0	0,17	0,01%	0,45%	1,74%	-7,25%	-2,50%	-6,15%
-0,05	0,50	0,02%	0,74%	2,81%	-2,64%	-1,70%	-6,29%
-0,10	0,82	0,03%	0,93%	3,33%	-1,01%	-1,00%	-6,42%
-0,15	2,02	0,06%	1,07%	5,11%	1,35%	1,10%	-4,45%
-0,20	3,16	0,07%	1,18%	5,94%	2,53%	2,70%	-2,47%
-0,25	4,24	0,08%	1,24%	6,55%	3,30%	3,90%	-0,18%
-0,30	4,42	0,08%	1,29%	6,45%	3,33%	4,30%	0,62%
-0,35	4,27	0,08%	1,31%	6,28%	3,21%	4,20%	0,32%
-0,40	4,27	0,08%	1,32%	6,24%	3,19%	4,20%	0,46%
-0,45	4,29	0,08%	1,33%	6,22%	3,19%	4,30%	0,72%
-0,50	4,14	0,08%	1,34%	6,10%	3,09%	4,10%	-0,15%
-0,55	4,15	0,08%	1,35%	6,05%	3,07%	4,20%	0,12%
-0,60	3,99	0,08%	1,35%	5,94%	2,97%	4,00%	-2,16%
-0,65	4,04	0,08%	1,36%	5,95%	2,99%	4,10%	-2,58%
-0,70	4,13	0,08%	1,36%	6,00%	3,05%	4,10%	=
-0,75	4,13	0,08%	1,36%	6,00%	3,05%	4,10%	=
-0,80	4,13	0,08%	1,36%	6,00%	3,05%	4,10%	=
-0,85	4,13	0,08%	1,36%	6,00%	3,05%	4,10%	=
-0,90	4,13	0,08%	1,36%	6,00%	3,05%	4,10%	=
-0,95	4,13	0,08%	1,36%	6,00%	3,05%	4,10%	=
-1	4,13	0,08%	1,36%	6,00%	3,05%	4,10%	=

Trailing Stop Loss

O *trailing stop loss* é caracterizado por ser ativado quando o preço corrente do ativo atinge um patamar limite do investidor. É possível considerá-lo em função do preço limite ou do preço máximo multiplicado pelo fator de *stop*, desde a compra acumulado do ativo (desde o momento da compra). Para fins de padronização do estudo em função de retornos, esta dissertação considera o preço máximo multiplicado pelo fator de *stop*.

O *trailing stop loss* demonstrou retornos acumulados superiores à da carteira ingênua apenas para valores entre -31% e -58%, porém intercalado com retornos acumulados menores que a carteira ingênua sem *stop*, como se pode observar na Figura 4.19. O período com superioridade de retorno acumulado pode ser melhor

observado na Figura 4.20. A partir do valor de *stop* de -70%, não ocorreu o evento de *stop* em nenhum momento das séries, sendo o retorno acumulado destas séries igual à da carteira ingênua sem *stops*.

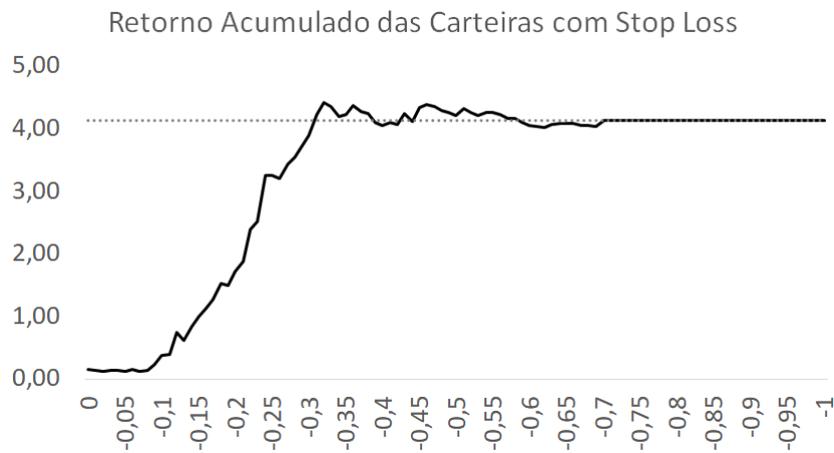


Figura 4.19: Retorno Acumulado para as Carteiras com *Trailing Stop Loss* de Diversos Parâmetros.

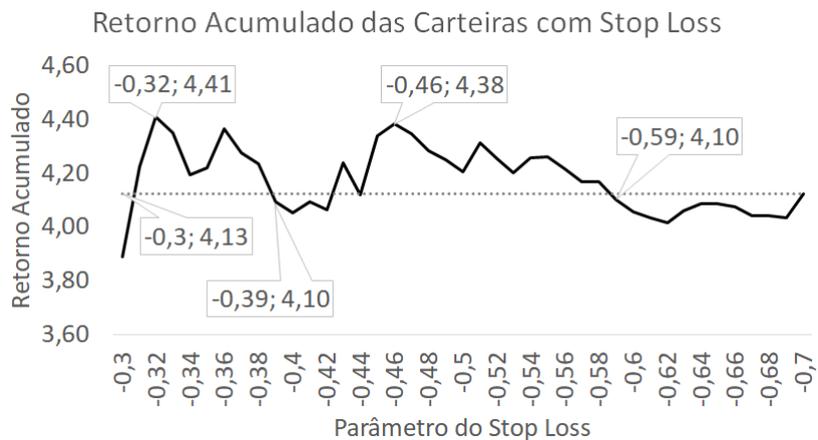


Figura 4.20: Ênfase no Retorno Acumulado para as Carteiras com *Trailing Stop Loss* de Diversos Parâmetros.

O retorno médio apresentou características parecidas com o retorno acumulado, porém por não “carregar” efeitos positivos ou negativos dos retornos passado, no tempo, a localização dos picos e vales de sua curva se diferenciam dos parâmetros do retorno acumulado (Figura 4.21).

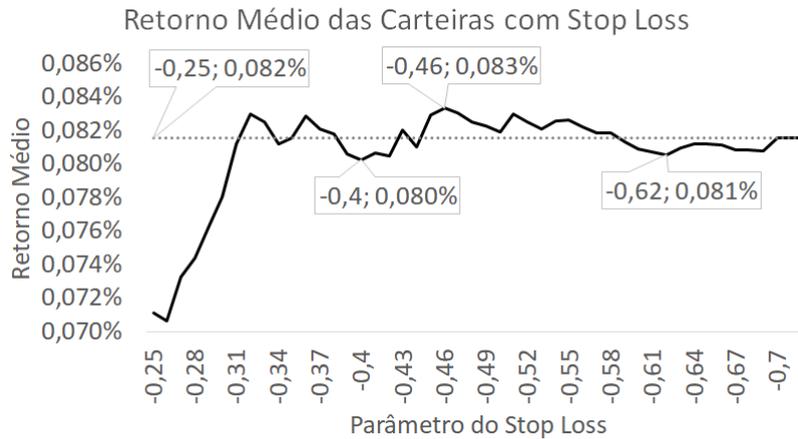


Figura 4.21: Retorno Médio para as Carteiras com *Trailing Stop Loss* de Diversos Parâmetros.

Análise de Superioridade Estatística das Séries - Para 11 ativos

Assim, como apresentado na Seção 4.2.1, os resultados de retorno acumulado necessitam do complemento de análise em todo o período. Para isso utilizou-se a avaliação de probabilidade acumulada das séries com índice de superioridade maior ou igual a 1, conforme apresentado no Capítulo 3. Para formação dos dois últimos, foi utilizado n de 2259 períodos, resultando em um ϵ de 0,029.

STOP LOSS SIMPLES

A Tabela 4.5, demonstra a análise das séries de períodos de 2009 a 2017 para cada parâmetro de *stop loss* utilizado para o *stop loss* simples, apresentando o índice de superioridade total da série (“ISup Total”: retorno acumulado comparado ao da carteira ingênua), percentual de séries menor que 1 (“%< 1”), probabilidade acumulada de se encontrar séries maiores que 1 (“LI >1”), ou seja, que geraram excesso de retorno para a carteira, e a probabilidade acumulada para séries maior ou igual a 1 (“LI >=1”), demonstrando os períodos com excesso de retorno e que não foram afetados pelos *stops* (Note que o “LI >=1” = 1 - ”%< 1” - 0,029).

Tabela 4.5: Probabilidade de Superioridade das Séries para *Stop Loss* Simples.

Parâmetro	ISup Total	%< 1	LI >1	LI >=1
0.0	3%	98%	0%	0%
-0.01	4%	98%	0%	0%
-0.02	5%	98%	0%	0%
-0.03	8%	98%	0%	0%
-0.04	10%	98%	0%	0%

Tabela 4.5: Probabilidade de Superioridade das Séries para *Stop Loss* Simples.

Parâmetro	ISup Total	% < 1	LI > 1	LI >= 1
-0.05	23%	98%	0%	0%
-0.06	31%	98%	0%	0%
-0.07	62%	98%	0%	0%
-0.08	78%	82%	14%	15%
-0.09	85%	42%	27%	55%
-0.1	84%	42%	27%	56%
-0.11	86%	20%	28%	77%
-0.12	86%	21%	26%	76%
-0.13	86%	31%	16%	66%
-0.14	87%	37%	11%	61%
-0.15	84%	50%	0%	47%
-0.16	82%	50%	0%	47%
-0.17	96%	25%	4%	73%
-0.18	94%	31%	0%	66%
-0.19	94%	31%	0%	66%
-0.2	96%	6%	0%	91%

É possível perceber que para nenhum parâmetro de *stop loss* simples, o ISup Total apresentou valor maior que 1, não demonstrando superioridade à carteira ingênua pura no período, mesmo apresentando períodos de $LI > 1$ maior que 0.

STOP LOSS ACUMULADO

A Tabela 4.6 apresenta de forma resumida os parâmetros que permitiram gerar ISup Total maior que 1. (a tabela completa, com parâmetros de 0% a 100% pode ser visualizada na Tabela A.3).

Pode-se observar que para que o ISup Total seja maior que 1, é necessário que haja séries com “ $LI > 1$ ” também maior que 1. Porém, o simples fato do último existir, não garante superioridade do ISup Total, como visto no *stop loss* simples. O ISup Total é maior que 1 para parâmetros de *stop loss* acumulado entre -25% e -55%, com destaque para a faixa entre -41% a -55% que apresentaram nenhuma, poucos períodos com retorno inferior à carteira ingênua pura.

Tabela 4.6: Probabilidade de Superioridade das Séries para *Stop Loss* Acumulado.

Parâmetro	ISup Total	% < 1	LI > 1	LI >= 1
-0.25	103%	50%	31%	47%
-0.26	105%	37%	32%	60%
-0.27	100%	37%	31%	60%
-0.28	101%	37%	31%	60%
-0.29	109%	37%	31%	60%
-0.3	107%	37%	31%	60%
-0.31	106%	37%	31%	60%
-0.32	105%	37%	31%	60%
-0.33	103%	37%	31%	60%
-0.34	103%	37%	31%	60%
-0.35	104%	37%	31%	60%
-0.36	102%	37%	31%	60%
-0.37	102%	8%	32%	89%
-0.38	101%	8%	32%	89%
-0.39	102%	8%	32%	89%
-0.4	104%	8%	32%	89%
-0.41	105%	0%	32%	97%
-0.42	105%	0%	32%	97%
-0.43	104%	0%	32%	97%
-0.44	106%	0%	31%	97%
-0.45	104%	0%	31%	97%
-0.46	104%	0%	31%	97%
-0.47	102%	1%	31%	97%
-0.48	103%	0%	31%	97%
-0.49	101%	1%	30%	96%
-0.5	100%	1%	30%	96%
-0.51	100%	2%	30%	96%
-0.52	103%	0%	31%	97%
-0.53	102%	0%	31%	97%
-0.54	101%	0%	31%	97%
-0.55	101%	7%	24%	90%

TRAILING STOP LOSS

O mesmo ocorre para as séries de *trailing stop loss*, onde, conforme Tabela 4.7,

o ISup Total maior que 1 só foi possível a partir do parâmetro -31%, com relevância para parâmetros a partir de -45% que apresentaram nenhuma ou poucas séries inferiores à carteira ingênua pura. (outros parâmetros disponíveis na Tabela A.4)

Trailing Stop Loss

Tabela 4.7: Probabilidade de Superioridade das Séries para *Trailing Stop Loss*.

Parâmetro	ISup Total	% < 1	LI > 1	LI >= 1
-0.31	102%	37%	31%	60%
-0.32	107%	36%	32%	61%
-0.33	105%	37%	32%	60%
-0.34	102%	37%	32%	60%
-0.35	102%	37%	32%	60%
-0.36	106%	37%	32%	60%
-0.37	104%	37%	32%	60%
-0.38	103%	37%	31%	60%
-0.39	99%	37%	31%	60%
-0.4	98%	37%	31%	60%
-0.41	99%	37%	31%	60%
-0.42	99%	38%	31%	60%
-0.43	103%	37%	31%	60%
-0.44	100%	46%	22%	51%
-0.45	105%	0%	32%	97%
-0.46	106%	0%	32%	97%
-0.47	105%	0%	31%	97%
-0.48	104%	0%	31%	97%
-0.49	103%	0%	31%	97%
-0.5	102%	0%	31%	97%
-0.51	105%	0%	31%	97%
-0.52	103%	0%	31%	97%
-0.53	102%	0%	31%	97%
-0.54	103%	0%	31%	97%
-0.55	103%	0%	31%	97%
-0.56	102%	1%	30%	97%
-0.57	101%	7%	24%	90%
-0.58	101%	7%	24%	90%

4.2.3 Resumo dos Resultados

Estratégias com *Stops* Otimizados

Em resumo, a otimização dos *stops* gerou resultados diferentes conforme os tipos de *stop* e quantidade de ações que compuseram a carteira. De maneira geral, os indicadores de retorno, se mostraram superiores a até uma certa quantidade de ativos, sendo depois inferiores aos resultados da carteira ingênua pura. Esse comportamento se repetiu para os três tipos de *stop loss*. A partir de 10 ativos, os indicadores de desempenho de retorno demonstram inferioridade das estratégias com uso do *stop loss* otimizados, para qualquer tipo de *stop loss*. Já o desvio padrão foi sempre menor para qualquer quantidade de ativos e para qualquer tipo de *stop loss*. Dessa forma, os outros indicadores que dependem de retorno e desvio padrão, apresentaram resultados variados. Pelos resultados, pode-se inferir que para quaisquer indicadores, o uso do *stop loss* em carteiras ingênuas com mais de 13 ações se mostrou ineficiente e que o modelo de otimização pode ser interessante para pequenas quantidades de ativos. Carteiras mais diversificadas não se beneficiam do uso do *stop loss* otimizado.

Porém ao se avaliar o retorno acumulado no tempo é possível identificar que há uma probabilidade significativa de superioridade das estratégias com os três tipos de *stop loss*. Dessa forma, fica clara o risco do uso da estratégia de *stop loss* otimizado para o investidor ingênuo, podendo gerar excessos de retorno positivos ou negativos, dependendo do período total do uso da estratégia.

Estratégias com *Stops* Estáticos

A análise do uso de *stop loss* estático, durante todo o período de análise, também gerou resultados diversos. Os *stops loss* simples diários não apresentaram melhora de retorno de carteira para nenhum parâmetro de *stop*, mesmo apresentando períodos com superioridade. Apenas o desvio padrão das carteira que apresentou melhora, reduzindo consideravelmente de valor. Isso foi verdade para os três tipos de *stops* analisados. Já os *stops loss* acumulado e trailing apresentaram resultados de retorno superiores à carteira ingênua pura para alguns parâmetros de *stop* e para algumas quantidades de ativo utilizadas. Os parâmetros de *stops* que geraram excesso de retornos positivos estão resumidos na Tabela 4.8. Importante destacar que as faixas de parâmetros destacados não geraram excesso de retornos positivos para todos os valores que as compõem, sendo necessária a avaliação específica nas tabelas e gráficos. Os indicadores de desempenho baseados em retorno e desvio padrão também apresentaram essa oscilação.

Tabela 4.8: Faixa de Parâmetros de *Stops* com Resultados Superiores com o Uso de *Stop Loss*.

Tipos de <i>Stop Loss</i>	Ret Acum	Ret Med
Simples	-	-
Acumulado	-25% a -56%	-28% a -55%
Trailing	-25% a -55%	-26% a -55%

A análise do índice de superioridade no tempo com probabilidade acumulada para todos os parâmetros de *stop loss* demonstrou faixas de parâmetros com grandes probabilidades de superioridade das estratégias. Essa informação permite que o investidor possa tomar a decisão dos parâmetros a utilizar, minimizando o risco de excesso de retorno negativo. Porém para isso, é necessário esperar que os retornos da carteira, terão comportamento similares ao apresentado no período analisado.

Capítulo 5

Testes de Robustez

Os testes de robustez foram modelados afim de se verificar a possibilidade de obtenção de resultados diferentes para a carteira ingênua ao:

- Verificar se o período considerado para o calculo de otimização *in-sample* impacta nos resultados, alterando-o para todo o histórico de retorno disponível para cada ação ao invés de considerar apenas os últimos 5 anos.
- Incluir os retornos de CDI em períodos de desinvestimento das ações devido aos *stops*, aumentando a rentabilidade geral das carteiras que fizeram o uso do *stop loss* estático.

5.1 *Stops* Otimizados Considerando Todo o Histórico dos Ativos como Período *In-sample*.

Este teste de robustez busca avaliar se existem grandes diferenças em se utilizar o modelo de otimização do período *in-sample*, considerando todo o histórico do ativo ao invés dos últimos 5 anos. A diferença se dará ao se obter conclusões diferentes para o uso da estratégia com *stop loss* com um ou outro histórico. Os resultados são percebidos nas figuras abaixo. Apesar de apresentarem variações nos resultados, esses não afetaram significativamente o comportamento dos indicadores, sem afetar as conclusões. Dessa forma, os resultados não foram descritos, nas figuras auto-explicativas.¹

¹LEGENDA: Nos gráficos, as linhas tracejadas em azul se referem à carteiras ingênuas sem *stop*, denominadas “CIng”. As linhas verdes contínuas são os resultados das estratégias com algum dos tipos de *stop loss*, denominado-se “SLsim” para *stop loss* simples diário, “SLac” para *stop loss* acumulado ou “SLtra” para trailing *stop loss*. Já as linhas pontilhadas se referem à mesma estratégia de *stop loss* da linha contínua, porém com otimização com período *in-sample* de todo histórico do ativo. Esta linha é denominada como a abreviatura da estratégia de *stop loss* mais “Yall”.

Stop Loss Simples Otimizado

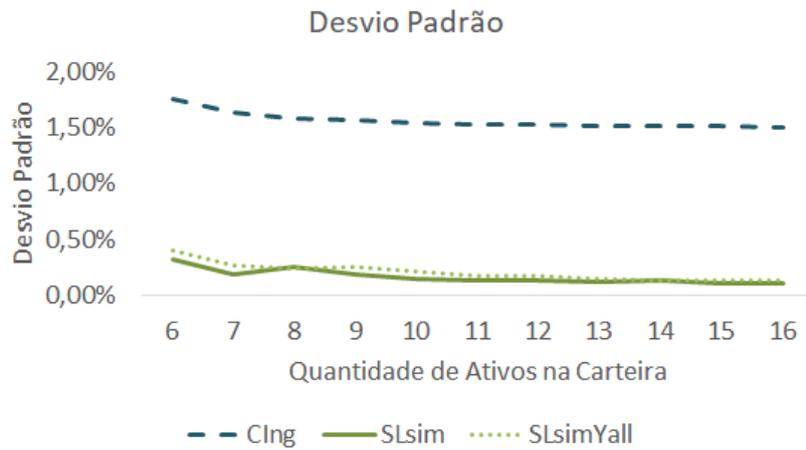


Figura 5.1: Desvio Padrão para as Carteiras Ingênua sem e com *Stop Loss* Simples Otimizado

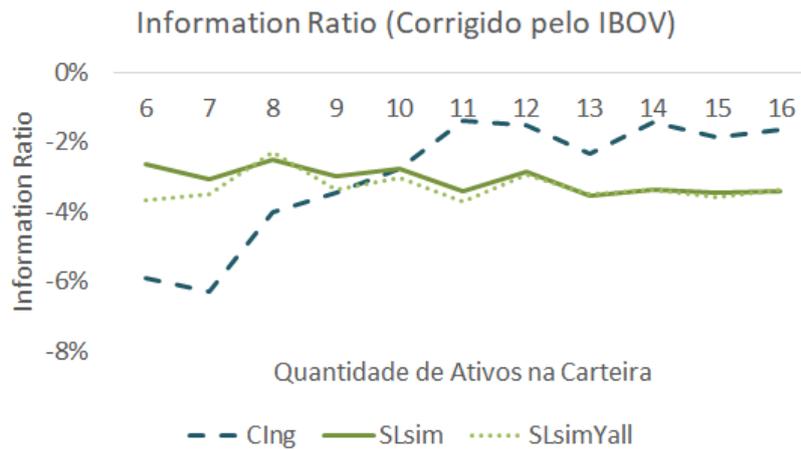


Figura 5.2: *Information Ratio* para as Carteiras Ingênua sem e com *Stop Loss* Simples Otimizado

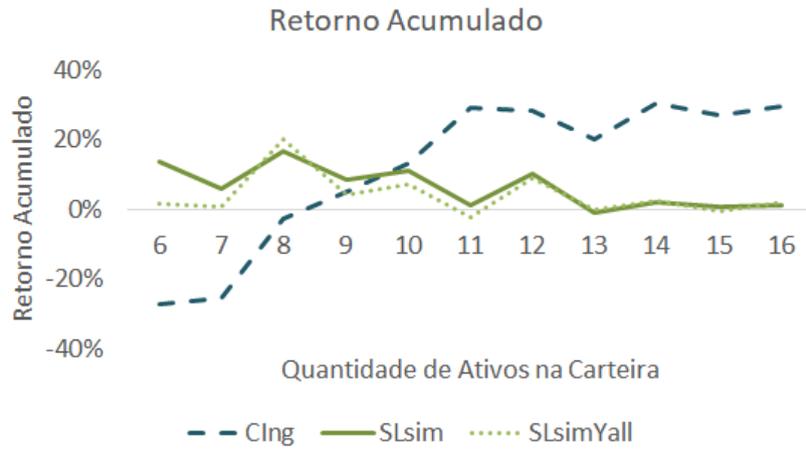


Figura 5.3: Retorno Acumulado para as Carteiras Ingênua sem e com *Stop Loss* Simples Otimizado

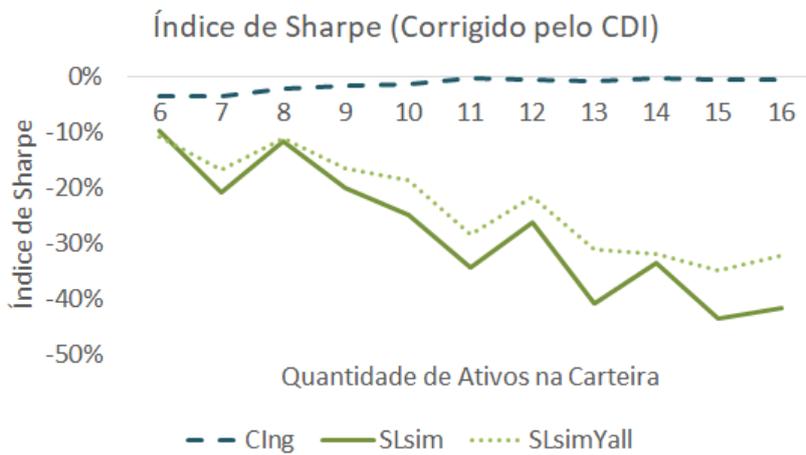


Figura 5.4: Índice de Sharpe para as Carteiras Ingênua sem e com *Stop Loss* Simples Otimizado

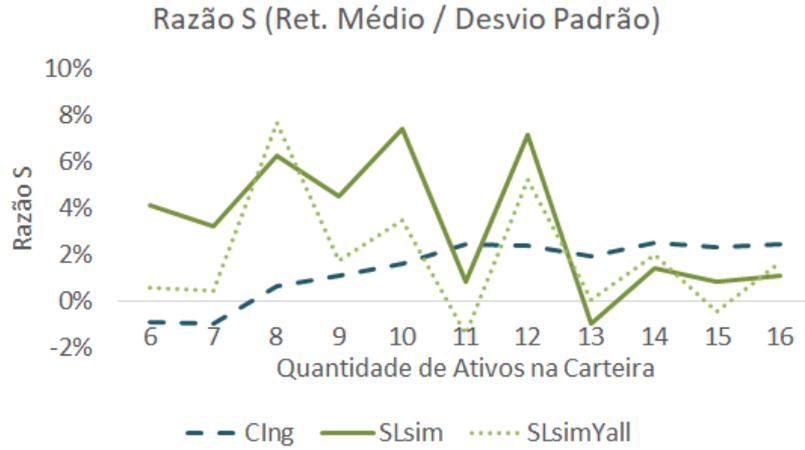


Figura 5.5: Razão S para as Carteiras Ingênua sem e com *Stop Loss* Simples Otimizado

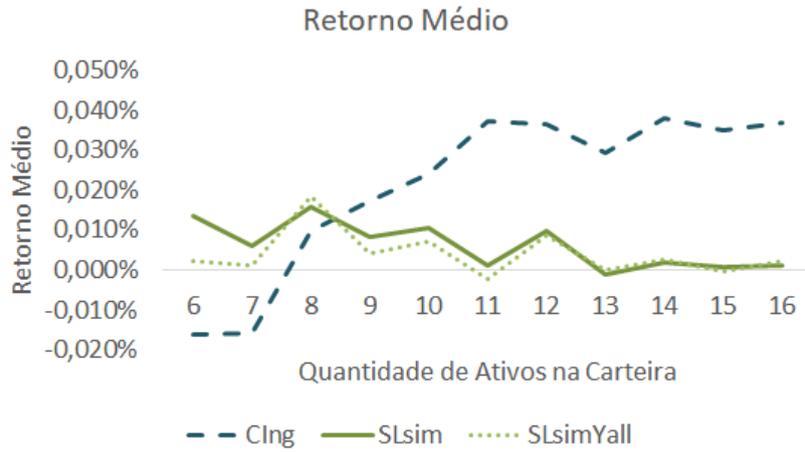


Figura 5.6: Retorno Médio para as Carteiras Ingênua sem e com *Stop Loss* Simples Otimizado

Stop Loss Acumulado Otimizado

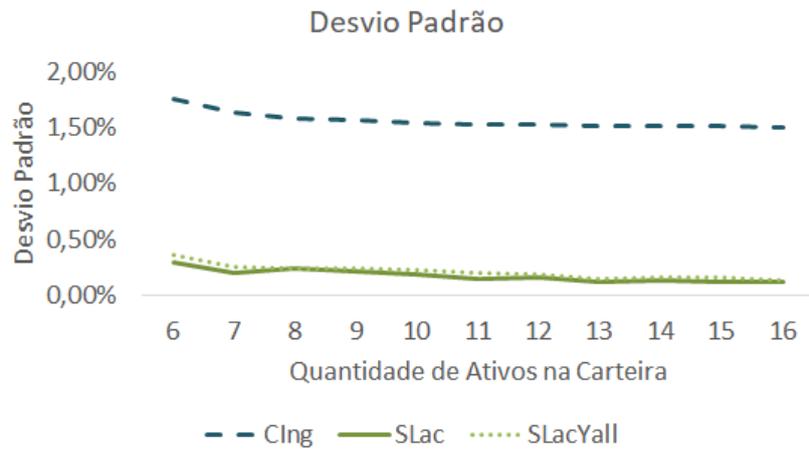


Figura 5.7: Desvio Padrão para as Carteiras Ingênua sem e com *Stop Loss* Acumulado Otimizado

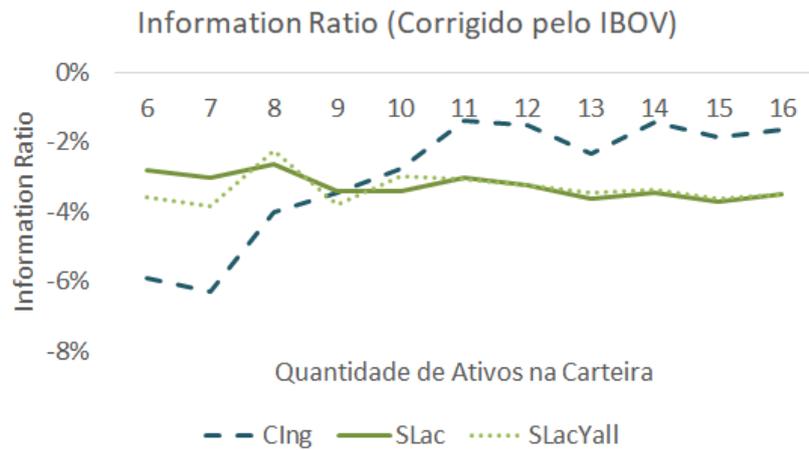


Figura 5.8: *Information Ratio* para as Carteiras Ingênua sem e com *Stop Loss* Acumulado Otimizado

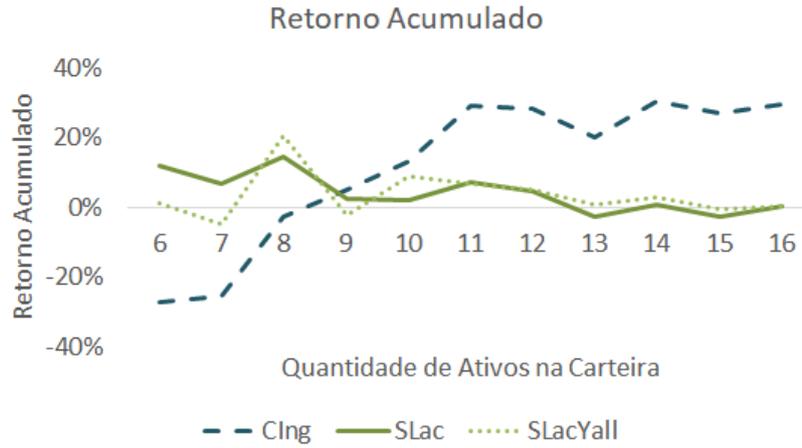


Figura 5.9: Retorno Acumulado para as Carteiras Ingênua sem e com *Stop Loss* Acumulado Otimizado

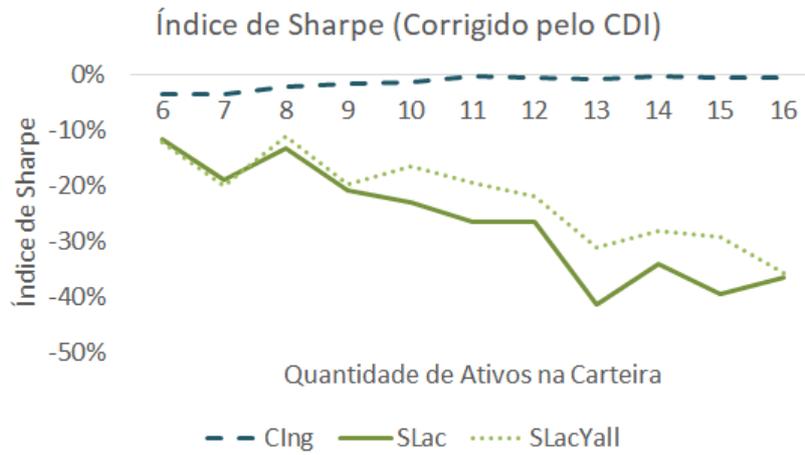


Figura 5.10: Índice de Sharpe para as Carteiras Ingênua sem e com *Stop Loss* Acumulado Otimizado

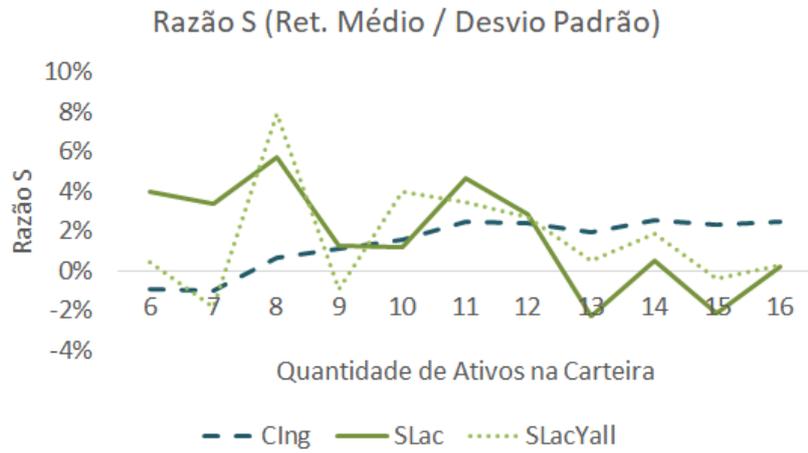


Figura 5.11: Razão S para as Carteiras Ingênua sem e com *Stop Loss* Acumulado Otimizado

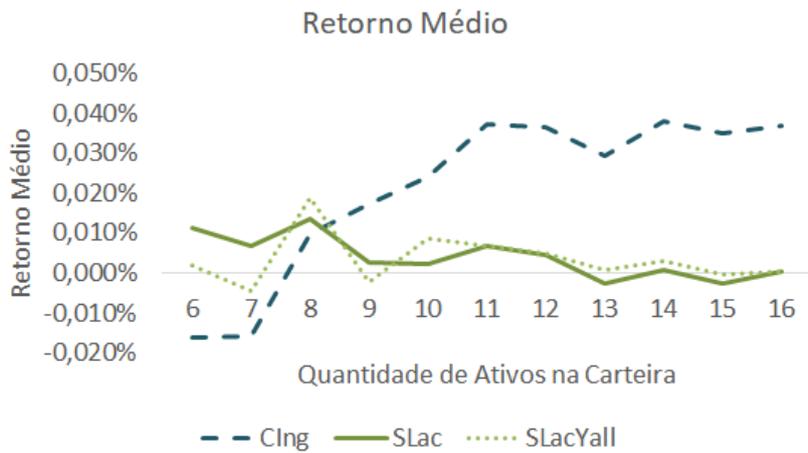


Figura 5.12: Retorno Médio para as Carteiras Ingênua sem e com *Stop Loss* Acumulado Otimizado

Trailing Stop Loss Otimizado

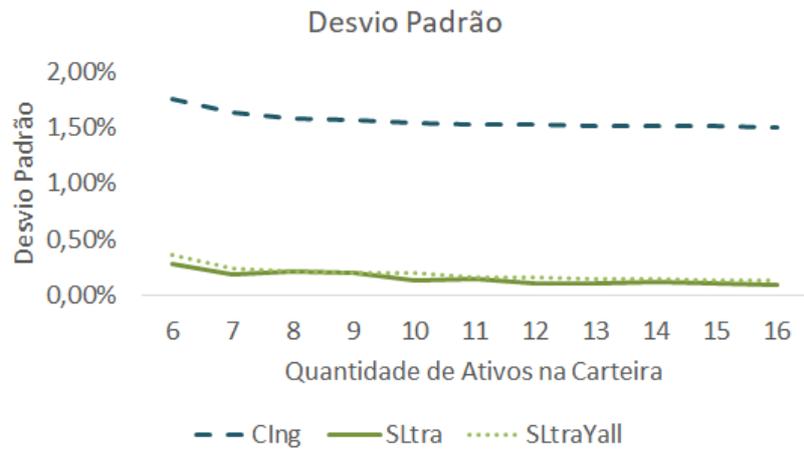


Figura 5.13: Desvio Padrão para as Carteiras Ingênua sem e com *Trailing Stop Loss* Otimizado

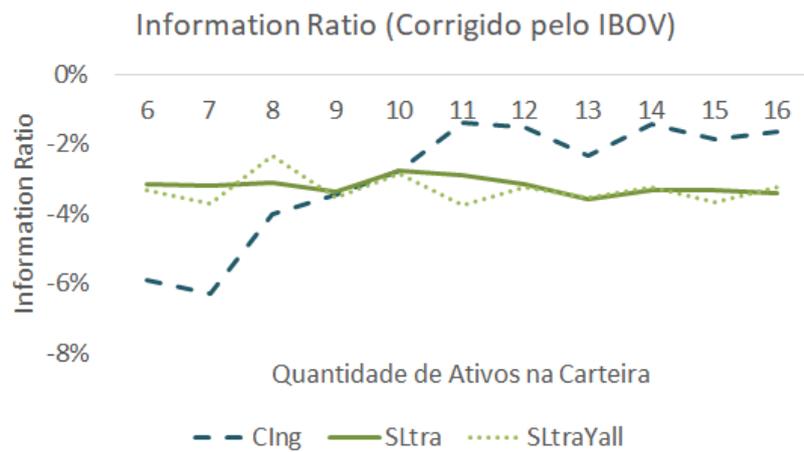


Figura 5.14: *Information Ratio* para as Carteiras Ingênua sem e com *Trailing Stop Loss* Otimizado

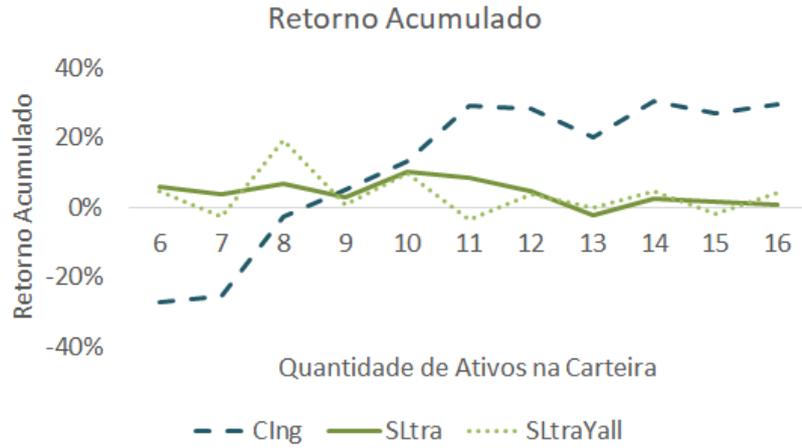


Figura 5.15: Retorno Acumulado para as Carteiras Ingênua sem e com *Trailing Stop Loss* Otimizado

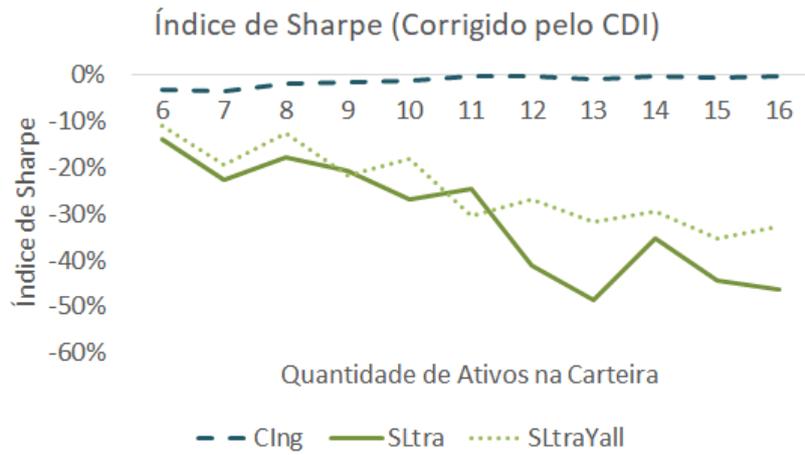


Figura 5.16: Índice de Sharpe para as Carteiras Ingênua sem e com *Trailing Stop Loss* Otimizado

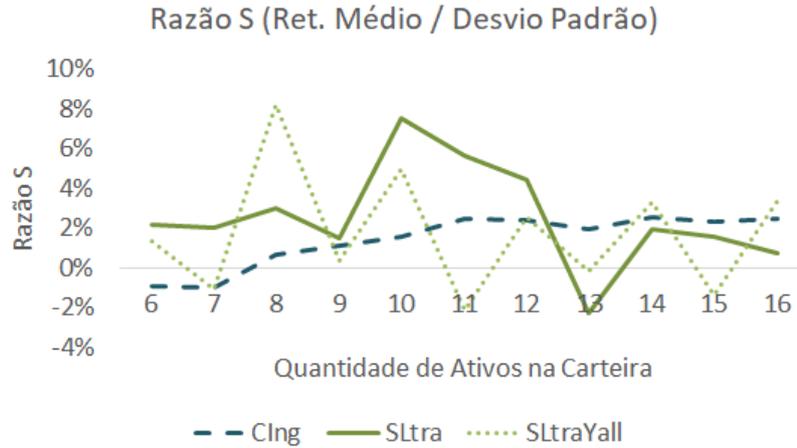


Figura 5.17: Razão S para as Carteiras Ingênua sem e com *Trailing Stop Loss* Otimizado

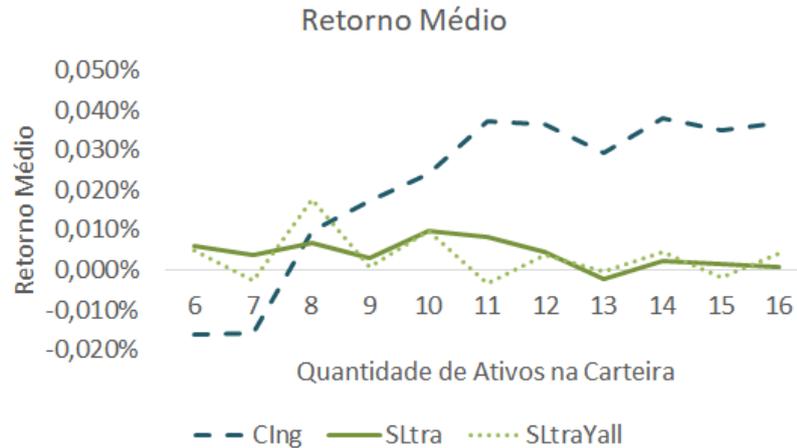


Figura 5.18: Retorno Médio para as Carteiras Ingênua sem e com *Trailing Stop Loss* Otimizado

5.2 Adição de Juros CDI às Carteiras Períodos de Desinvestimento

É difícil definir a forma pela qual cada investidor é capaz de gerir e acompanhar seus investimentos. A capacidade de um investidor transferir um saldo positivo disponível em conta diretamente para um ativo livre de risco depende de vários critérios, como a disponibilidade de acompanhamento dos investimentos, definindo o tempo entre um desinvestimento a um reinvestimento, acesso a fundos e produtos capazes de rentabiliza-lo rapidamente, *spread* tomado pelos fundos impactando no rendimento do investimento, tributação sobre a rentabilidade, entre outros. Dessa forma, optou-se neste estudo em comparar os cenários com e sem CDI, com o intuito

de que a maioria dos investidores possam se encaixar nos limites discutidos.

5.2.1 *Stop Loss* Diário Simples com Ativo Livre de Risco (CDI)

Nas estratégias de *stop loss* adotadas, quando o *stop* foi ativado e o investimento vendido, o capital associado à sua venda permanecia com o investidor, porém sem renda, ou seja, com juros 0%. Este teste de Robustez avalia o ganho financeiro que se obtém ao se investir no ativo livre de risco, CDI. Dessa forma, quando algum ativo da carteira é desinvestido, é considerado como imediatamente reinvestido à juros CDI.

Este estudo não buscou verificar com exatidão os prazos necessários de investimento em CDI. Isso porque o acréscimo de CDI não gerou conclusões diferentes para o uso dos *stops*, em relação a não investir o dinheiro disponível pós desinvestimento.

Retornos Acumulados com e sem Juros CDI

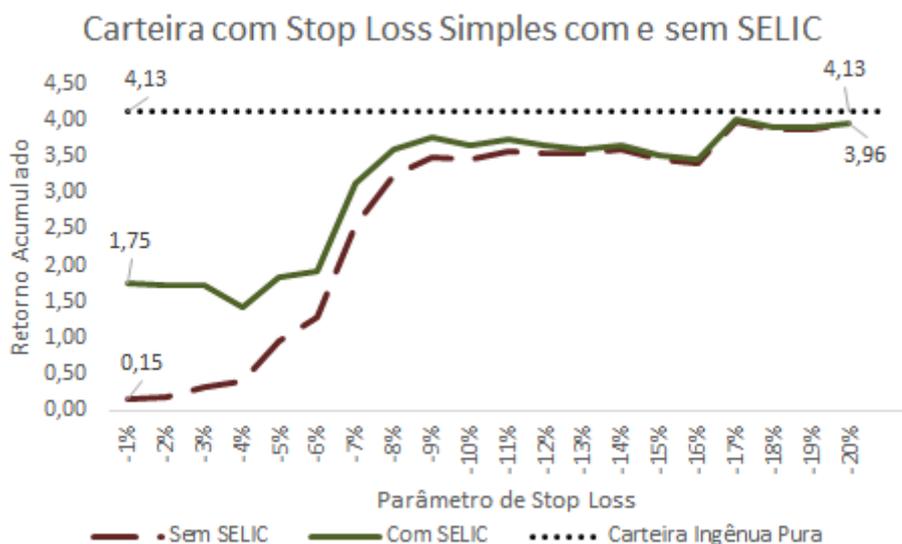


Figura 5.19: Comparativo de Retorno Acumulado entre Carteiras com *Stop Loss* Diário Simples, com e sem Juros CDI Rentabilizando Capital Desinvestido.

O juros CDI aumenta a rentabilidade da carteira independentemente do valor do parâmetro do *stop loss* utilizado, uma vez que todo rendimento nulo gerado após uma operação de venda por *stop loss* é remunerado a um valor positivo. Isso fica mais evidente para parâmetros próximo de zero, que aumentam o retorno acumulado de 15% para 175% (para parâmetro de *stop* = 0%), devido ao aumento da quantidade de operações realizadas pela estratégia com *stop loss*.

Apesar deste aumento considerável, o uso do *stop loss* simples diário com ou sem CDI não superou em nenhum momento a carteira ingênua pura.

Desvio Padrão com e sem Juros CDI

O desvio padrão praticamente não sofreu variação com a adição dos Juros CDI com redução máxima de -0,00068% com *stop* em -2%.

Índice S com e sem Juros CDI

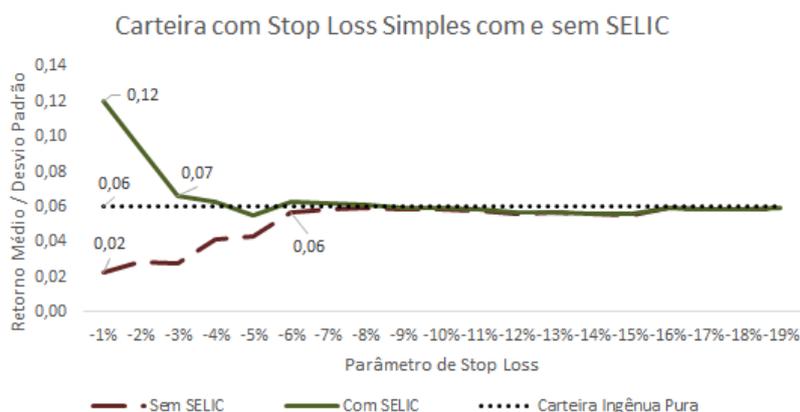


Figura 5.20: Comparativo de Razão S entre Carteiras com *Stop Loss* Diário Simples, com e sem Juros CDI Rentabilizando Capital Desinvestido.

Devido à grande variação de retornos entre *stop loss* com e sem CDI, a Razão S (retorno médio dividido pelo desvio padrão) demonstrou significativa variação para baixos parâmetros de *stop*, como verificável na Figura 5.20. O motivo pelo qual o indicador foi superior à carteira ingênua pura é devido a grande quantidade de períodos rentabilizados à CDI (retorno médio de 0,04% e desvio padrão de 0,0079%).

A análise *ceteris paribus* deste indicador pode induzir o investidor a acreditar que *stops* com parâmetros próximos a zero permitem estratégias eficientes. O uso de baixos parâmetros de *stop* faz com que a maioria dos períodos incorram em rentabilização pelo ativo livre de risco, transformando a estratégia de investimento em ações com uso de *stop loss*, basicamente como um investimento em CDI. Dessa forma, não é interessante para o investidor considerar este tipo de estratégia como investimento eficiente, pois ela se assemelha mais ao comportamento da CDI do que de uma carteira de ações.

5.2.2 *Stop Loss* Acumulado com Ativo Livre de Risco (CDI)

Retornos Acumulados com e sem Juros CDI

O *stop loss* acumulado com ativo livre de risco também apresenta melhora de resultados. As variações podem ser percebidas ligeiramente pela Figura 5.21. É possível perceber que o retorno acumulado com CDI se supera ao sem CDI por adicionar sempre um retorno positivo à série. Da mesma maneira, ele antecipa o primeiro parâmetro de *stop* que se aproxima da carteira ingênua pura, reduzindo o risco de um *stop* mal escolhido na carteira.

Nota-se que 71% dos parâmetros de *stop* abaixo do parâmetro de -21% superam o retorno acumulado da carteira ingênua pura. Com a adição da CDI, este número sobe para 78%. Limitando o *stop* entre -21% e -56% esses números sobem para 89% e 97%. Do -25% ao -56%, as carteiras com *stop loss* acumulado, com ou sem CDI, permaneceram acima da carteira ingênua pura para 100% dos parâmetros.

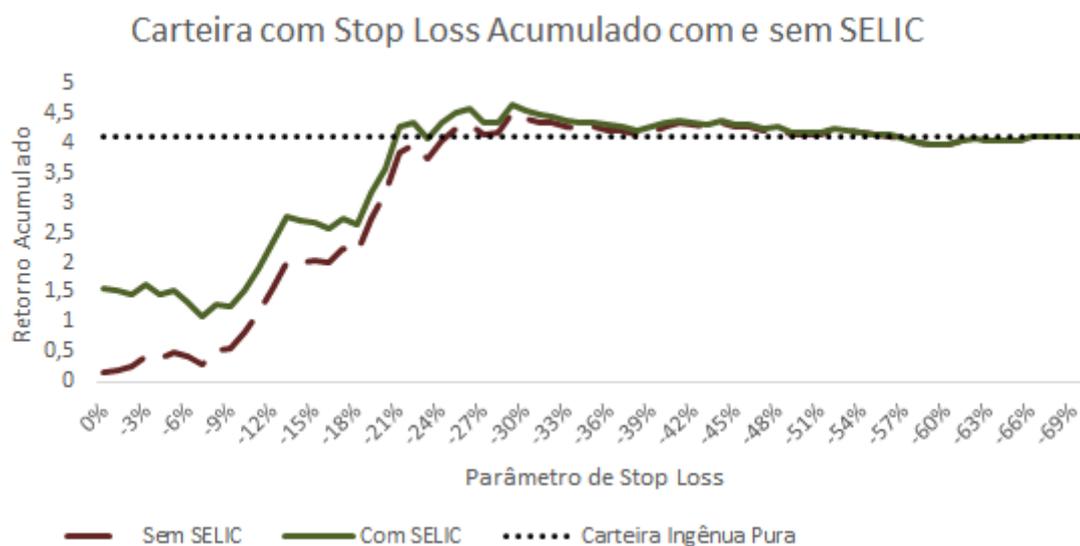


Figura 5.21: Comparativo de Retorno Acumulado entre Carteiras com *Stop Loss* Acumulado, com e sem Juros CDI Rentabilizando Capital Desinvestido.

Desvio Padrão com e sem Juros CDI

Assim como no *stop loss* simples diário, o desvio padrão sofreu muito impacto com a adição do CDI, com variação máxima absoluta de 0,0002%.

5.2.3 Índice S com e sem Juros CDI



Figura 5.22: Comparativo de Razão S entre Carteiras com *Stop Loss* Acumulado, com e sem Juros CDI Rentabilizando Capital Desinvestido.

As carteiras com *stop loss* acumulado apresentaram comportamento similar ao de *stop loss* Simples, com alto valor do índice para abaixo parâmetros para carteiras com CDI, seguido de queda. O índice apresenta superioridade em relação à carteira ingênua pura para carteiras sem CDI para parâmetros abaixo de -21%, se mantendo superior até o instante em que se iguala à carteira ingênua pura. Com a inclusão da CDI, o índice se aproxima da carteira pura a partir do parâmetro -13%, perdendo valor até o -19%, de onde continua superior até o fim.

5.2.4 *Trailing Stop Loss* com Ativo Livre de Risco (CDI)

Retornos Acumulados com e sem Juros CDI

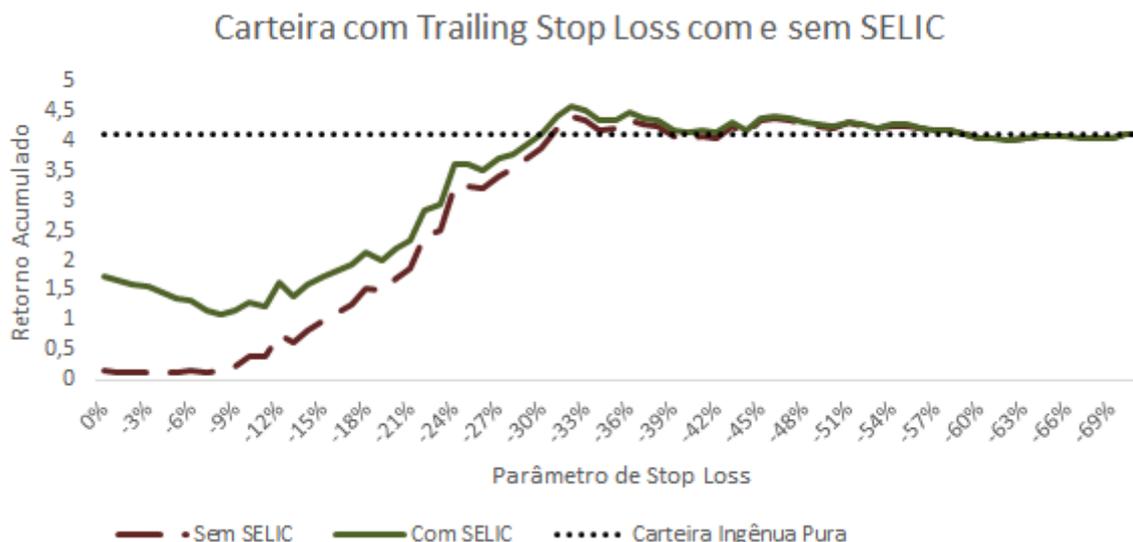


Figura 5.23: Comparativo de Retorno Acumulado entre Carteiras para *Trailing Stop Loss*, com e sem Juros CDI Rentabilizando Capital Desinvestido.

O retorno acumulado das carteiras com *trailing stop loss* com e sem CDI atingem o patamar de retorno acumulado da carteira ingênua pura a partir do parâmetro -31%. Abaixo deste parâmetro há oscilações de superioridade e inferioridade de retorno. Considerando os parâmetros de -31% a -58%, os parâmetros das carteiras sem CDI superam a carteira ingênua pura em 82% das vezes. Já com CDI, esse número sobe para 100%, estendendo o range dos parâmetros para até -69%, limite onde ainda ocorre variação no retorno em relação à carteira pura. O percentual de parâmetros com retorno acumulado superior ao da carteira pura é de 59% para sem CDI e 72% com CDI.

Desvio Padrão com e sem Juros CDI

Assim como nos dois outros tipos de *stop loss*, o desvio padrão sofreu pouco impacto com a adição do CDI, com variação máxima absoluta de 0,0006%, não sendo capaz de inferir resultados significativos nos resultados já demonstrados.

Índice S com e sem Juros CDI

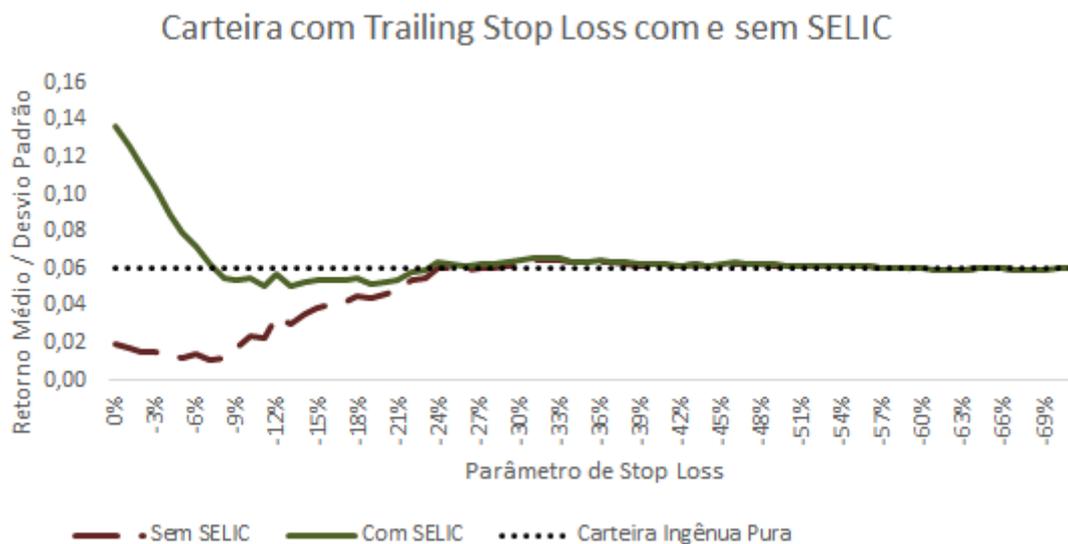


Figura 5.24: Comparativo de Razão S entre Carteiras com *Trailing Stop Loss*, com e sem Juros CDI Rentabilizando Capital Desinvestido.

As carteiras com *stop loss* acumulado apresentaram comportamento similar ao de *stop loss* acumulado e simples, com alto valor do índice para baixos parâmetros para carteiras com CDI, seguido de queda. O índice se aproxima do valor de carteira ingênua pura a partir do parâmetro de *stops* de -24% e zerando as operações de *stops* apenas para parâmetros abaixo de -70%. Dentro deste intervalo, 72% dos parâmetros (sem CDI) superam a carteira ingênua pura e 75% para com o CDI. carteiras sem CDI com parâmetros entre -27% e -59% foram superiores para 100% dos parâmetros. O mesmo ocorreu com CDI para os parâmetros de -24% a -59%.

5.2.5 Resumo dos Testes de Robustez

Estratégias com *Stops* Otimizados com Máximo Período *In-sample*

Como informado na Seção 5.1, o aumento de períodos considerados na otimização *in-sample* geraram pequenas alterações nos resultados, porém sem afetar as respectivas conclusões. Dessa forma, pode-se concluir que considerar o período de 5 anos dos ativos ou todo o histórico dele, não afeta a análise.

Adição de CDI nos Retornos Desinvestidos por *Stop*

Quando uma ação é vendida por acionamento do *stop*, o investidor pode optar por reinvestir o montante disponível no CDI ou deixá-lo em conta corrente, sem remuneração, até o próximo rebalanceamento da carteira. Dessa forma, sua rentabilidade no período será o somatório dos períodos investidos na ação mais o período

investido ao CDI ou a 0%. Afim de detectar o impacto dessa variação, analisou-se a eficiência dos *stops* com e sem o uso do CDI. Como esperado, o uso do CDI melhora o retorno das carteiras com *stop loss*, especialmente para *stop loss* de parâmetros baixos. Porém, ainda assim, utilizar *stop loss* simples diário não adicionou valor à carteira ingênua pura.

Já os *stop loss* dos tipos acumulado ou *trailing* permitiram maior probabilidade de excesso de retorno para as faixas na qual o retorno do *stop loss* já era superior aos da carteira ingênua pura. Já o indicador de desvio padrão dos retornos sofreu baixa alteração, não afetando índices de desempenho. Dessa forma, caso o investidor opte por utilizar o *stop loss*, é importante reinvestir em CDI os montantes desinvestidos de maneira melhorar a eficiência de sua carteira.

Capítulo 6

Considerações Finais

O objetivo principal desta dissertação foi verificar a capacidade de tipos diferentes de *stop loss* otimizados gerarem excesso de retorno para um investidor que investe com a estratégia da carteira ingênua que seleciona ativos por índice de Sharpe. Afim de se complementar a análise, verificou-se também a existência de algum parâmetro de *stop loss* capaz de gerar ganhos consistentes para a carteira, sendo estático durante todo o período de análise e sendo aplicado em todos os ativos. O ganho foi avaliado por meio de excesso de retorno da carteira e da melhoria de sua eficiência (índice de Sharpe). Estes indicadores foram avaliados no final do período total de análise, com exceção do retorno acumulado que também foi avaliado em cada instante, tornando possível uma reflexão da probabilidade acumulada de superioridade das estratégias com *stop loss* em relação à carteira ingênua pura. A carteira ingênua foi avaliada com o uso de três tipos de *stop loss*: diário simples, acumulado e *trailing stop loss*.

Como apresentado em outros estudos, a estratégia de carteira ingênua utilizada como *benchmark* superou o índice IBOVESPA no período avaliado, com retorno acumulado de 412% frente ao 103% do IBOVESPA.

O modelo de otimização se mostrou eficaz, ao final do período entre 2009 e 2017, para carteiras compostas por poucos ativos (abaixo de 13 ações), para quaisquer estratégias de *stop loss*. Considerando uma carteira ingênua formada por 11 ativos, foi possível identificar que durante o período analisado, as carteiras com *stop loss* otimizados apresentaram probabilidade de serem superiores à carteira ingênua pura de 78% para *stop loss* simples, 86% para *stop loss* acumulado e 86% para *trailing stop loss*, com 95% de grau de confiabilidade.

As carteiras que utilizaram *stop loss* estáticos apresentaram diversos resultados. Os *stops loss* simples diários não apresentaram melhora de retorno de carteira para nenhum parâmetro de *stop*, em conformidade com estudos anteriores ao tema. Apenas o desvio padrão das carteira que apresentou melhora, reduzindo consideravelmente de valor, o que também ocorreu para os *stops* otimizados. Isso foi verdade

para os três tipos de *stops* analisados.

Já os *stops loss* acumulado e *trailing stop loss* apresentaram resultados de retorno superiores à carteira ingênua pura, para alguns parâmetros de *stop*. Os parâmetros de *stops* que geraram excesso de retornos positivos estão resumidos na Tabela 4.8. Importante destacar que a análise do índice de superioridade no tempo com probabilidade acumulada para todos os parâmetros de *stop loss* demonstrou faixas de parâmetros com grandes probabilidades de superioridade das estratégias. Essa informação permite que o investidor possa analisar melhor os parâmetros a serem utilizados em investimentos, dando à devida importância ao risco de excesso de retorno negativo. A inclusão do investimento em CDI, no período entre as vendas antecipadas por *stop* e as compras de rebalanceamento fortaleceram a expectativa de excesso de retornos com o uso de alguns parâmetros de *stop loss*.

Fica evidente nos resultados que o uso inadequado de *stops* pode prejudicar substancialmente o retorno de uma carteira, podendo gerar maiores retornos em situações específicas, mas que devem ser cuidadosamente avaliadas pelo investidor. É possível perceber que dependendo do período em análise, o uso de *stop loss* pode variar rapidamente de um excesso de retorno positivo para um negativo, sendo necessária muita cautela do investidor ao utilizar estas estratégias. Da mesma maneira, ficou evidente que pequenos parâmetros de *stop loss* não foram eficazes para melhorar a eficiência dos investimentos. Pode-se perceber também que quanto maior a quantidade de ativos na carteira, menor a evidência de um benefício do uso do *stop loss*. Porém, é necessário, em um novo estudo, ampliar a quantidade de ativos na carteira para que esta consideração possa ser melhor analisada. Novos estudos também podem abordar resultados com variações dos períodos de rebalanceamento, análise dos impactos do uso do *stop loss* pela análise de componentes principais e o uso do *stop loss* em períodos de volatilidade diferente, buscando momentos de maior instabilidade do mercado, uma vez que para estudo considerou a variância constante.

Esta Dissertação não visa recomendar uma configuração de investimento, uma vez que tal configuração depende do perfil do investidor e dos valores de retorno e risco esperados. Porém, é possível afirmar que, para utilizar *stop loss*, deve-se atentar que há um risco inerente em função do período de investimento e que seu uso indiscriminado possui grande probabilidade de gerar prejuízos ao investidor, em especial ao investidor “ingênuo”, devendo portanto, ser evitado.

Referências Bibliográficas

- [1] FAMA, E. “Efficient Capital Markets: A Review of Theory and Empirical Work”, *Journal of Finance*, v. 25, n. 2, pp. 383–417, 1970.
- [2] KAMINSKI, K. & LO, A. “When Do Stop-Loss Rules Stop Losses?” *Journal of Financial Markets*, v. 18, pp. 234–254, 2014.
- [3] SANTIAGO, D. C. *O Desempenho de carteiras igualmente ponderadas com quantidades pequenas de ações*. M.Sc thesis, COPPEAD, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2013.
- [4] MARKOWITZ, H. “Portfolio selection”, *The journal of finance*, v. 7, n. 1, pp. 77–91, 1952.
- [5] DYBVIIG, P. “Inefficient dynamic portfolio strategies or how to throw away a million dollars in the stock market”, *Review of Financial Studies*, v. 1, pp. 67–88, 1998.
- [6] YUSUPOV, B. S. . G. *PERFORMANCE OF STOP-LOSS RULES vs. BUY-AND-HOLD STRATEGY*. M.Sc thesis, SCHOOL OF ECONOMICS AND MANAGEMENT, LUND UNIVERSITY, Sweden, 2009.
- [7] MONTIER, J. “Behavioural Finance: Insights into Irrational Minds and Markets”, *The journal of finance*, v. 7, n. 1, pp. 77–91, 1952.
- [8] OSLER, C. “Stop-Loss Order and Price Cascades in Currency Markets”, *FRB of New York Staff Report No. 150.*, v. 150, 2002.
- [9] ANDRINO, D. D. *ALOCAÇÃO ESTRATÉGICA DE ATIVOS IGUALMENTE PONDERADA PARA PEQUENOS INVESTIDORES*. Dissertação de mestrado, COPPEAD, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2015.
- [10] BRINSON, G.P., H. L., BEEBOWER, G. “Determinants of portfolio performance”, *Financial Analysts Journal*, v. 42, n. 4, pp. 39–44, 1986.

- [11] RODRIGUES, R. *Otimização Não Linear de Carteiras Neutras ao Mercado sob Restrições de Average Value-atRisk - AVaR*. M.Sc thesis, COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2016.
- [12] BERNATZI, S. & THALER, R. “Naïve diversification strategies in defined contribution saving plans”, *The American Economic Review*, v. 91, n. 1, pp. 79–98, 2001.
- [13] BATTAGLIA, T. K. *Desempenho de carteiras 1/N selecionadas aleatoriamente*. M.Sc thesis, COPPEAD, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2013.
- [14] CARNEIRO, A. A. *Critérios simples de seleção de carteiras de ações para pequenos investidores*. M.Sc thesis, COPPEAD, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2014.
- [15] DEMIGUEL, V.; GARLAPPI, L. U. R. “Optimal versus naive diversification: how inefficient is the 1/N portfolio strategy?” *The Review of Financial Studies*, v. 22, n. 5, pp. 1915–1953, 2009.
- [16] FLETCHER, J. “Do optimal diversification strategies outperform the 1/n strategy in U.K. stock returns?” *International Review of Financial Analysis*, v. 20, n. 5, pp. 375–385, 2011.
- [17] TU, J., ZHOU, G. “Markowitz Meets Talmud: a combination of sophisticated and naïve diversification strategies”, *Journal of Financial Economics*, v. 99, n. 1, pp. 204–215, 2011.
- [18] KRITZMAN, M.; PAGE, S., TURKINGTON, D. “In defense of optimization: the fallacy of 1/N.” *Financial Analysis Journal*, v. 66, n. 2, pp. 31–39, 2010.
- [19] BEHR, P.; GUETTLER, A., MIEBS, F. “On portfolio optimization: imposing the right constraints”, *Journal of Banking & Finance*, v. 37, n. 4, pp. 1232–1242, 2013.
- [20] THOMÉ NETO, C.; LEAL, R. P. C., ALMEIDA, V. S. “Um índice de variância mínima de ações brasileiras”, *Economia Aplicada*, v. 15, n. 4, pp. 617–636, 2011.
- [21] SANTOS, A. A. P., TESSARI, C. “Técnicas quantitativas de otimização de carteiras aplicadas ao mercado de ações brasileiro.” *Revista Brasileira de Finanças*, v. 10, n. 3, pp. 369–394, 2012.
- [22] RUBESAM, A., BELTRAME, A. L. “Carteiras de variância mínima no Brasil”, *Revista Brasileira de Finanças*, v. 11, n. 1, pp. 81–118, 2013.

- [23] OLIVEIRA FILHO, B. G. D. *Fundos de investimento em ações no Brasil. Métricas para avaliação de desempenho*. M.Sc thesis, USP, Universidade de São Paulo, 2012.
- [24] SHARPE, W. F. “Mutual Fund Performance”, *The Journal of Business*, v. 39, n. 1, pp. 119–138, 1966.
- [25] H., Z. “Optimal Trading with a Trailing Stop”. In: Peterson, M. A., Rubinstein, Y. A. (Eds.), *Modern Trends in Financial Engineering: Volume 2 - Stochastic Drawdowns*, cap. 9, New York, USA, World Scientific Publishing Co., 2018.
- [26] LEI, A., LI, H. “The value of stop loss strategies”, *Financial Services Review*, v. 18, n. 1, pp. 23–51, 2009.
- [27] J., K. “Assessing Stop-Loss and Re-Entry Strategies”, *The Journal of Trading*, v. 8, n. 4, pp. 44–53, September .
- [28] CHAN, O., MA, A. “A Framework for Stop-Loss Analysis on Trading Strategies”, *The Journal of Trading*, v. 10, n. 1, pp. 87–95, 2014.
- [29] SCHALOW, D. “Setting Stops with Standard Deviations.” *Journal of Portfolio Management*, v. 22, n. 4, pp. 58–61, 1996.
- [30] SHELTON, A. “The value of stop-loss, stop-gain strategies in dynamic asset allocation”, *Journal of Asset Management*, v. 18, n. 2, pp. 124–143, 2016.
- [31] HOCQUARD, A., P. N., REMILLARD, B. “The payoff distribution model: an application to dynamic portfolio insurance”, *Quantitative Finance*, v. 15, n. 2, pp. 299–312, 2015.
- [32] DANTZIG, G. “Programming in a Linear Structure”, *Econometrica*, v. 17, pp. 73–74, 1949.
- [33] DANTZIG, G. “Programming of Interdependent Activities, II: Mathematical Model”, *Econometrica*, v. 17, pp. 200–211, 1949.
- [34] HILLIER, F. S. *Introdução à pesquisa operacional*. 8 ed. São Paulo:, McGraw-Hill, 2006.
- [35] LO, A., REMOROV, A. “Stop-loss strategies with serial correlation, regime switching, and transaction costs”, *Journal of Financial Markets*, v. 34, pp. 1–15, 2017.

- [36] SANTIAGO, D. C. “Carteiras Igualmente Ponderadas com Poucas Ações e o Pequeno Investidor”, *Revista de Administração Contemporânea*, v. 19, n. 5, pp. 544–564, set 2015.
- [37] WASSERMAN, L. “Estimating the CDF and Statistical Functionals”. In: George Casella, S. F., Olkin, I. (Eds.), *All of statistics: a concise course in statistical inference*, Pittsburgh, Pennsylvania, Springer Science+Business Media New York.

Apêndice A

Informações Complementares dos Resultados das Carteiras

A.1 Resultados Detalhados em Tabelas

A.2 *Stops* Estáticos

A.2.1 *Stop Loss* Acumulado

Tabela A.1: Indicadores de Desempenho das Carteiras Ingênua com e sem *Stop Loss* Acumulado.

Estat	R_Acum	Médio	Beta	Desvpad
0.0	1.66E-01	7.79E-05	1.26E+00	4.47E-03
-0.01	1.97E-01	9.21E-05	1.17E+00	5.03E-03
-0.02	2.43E-01	1.12E-04	1.17E+00	5.60E-03
-0.03	4.22E-01	1.76E-04	1.14E+00	6.41E-03
-0.04	3.92E-01	1.70E-04	1.10E+00	6.87E-03
-0.05	5.01E-01	2.07E-04	1.10E+00	7.37E-03
-0.06	4.23E-01	1.85E-04	1.10E+00	7.61E-03
-0.07	2.94E-01	1.45E-04	1.08E+00	7.85E-03
-0.08	5.18E-01	2.20E-04	1.07E+00	8.41E-03
-0.09	5.42E-01	2.30E-04	1.04E+00	8.78E-03
-0.1	8.21E-01	3.08E-04	1.02E+00	9.26E-03
-0.11	1.17E+00	3.89E-04	1.00E+00	9.61E-03
-0.12	1.58E+00	4.69E-04	9.95E-01	1.00E-02

Tabela A.1: Indicadores de Desempenho das Carteiras Ingênua com e sem *Stop Loss* Acumulado.

Estat	R_Acum	Médio	Beta	Desvpad
-0.13	1.99E+00	5.38E-04	9.90E-01	1.03E-02
-0.14	2.01E+00	5.43E-04	9.95E-01	1.06E-02
-0.15	2.02E+00	5.46E-04	9.89E-01	1.07E-02
-0.16	2.01E+00	5.47E-04	9.83E-01	1.09E-02
-0.17	2.23E+00	5.81E-04	9.68E-01	1.11E-02
-0.18	2.15E+00	5.72E-04	9.63E-01	1.13E-02
-0.19	2.73E+00	6.49E-04	9.56E-01	1.15E-02
-0.2	3.16E+00	7.01E-04	9.45E-01	1.18E-02
-0.21	3.86E+00	7.72E-04	9.38E-01	1.20E-02
-0.22	3.99E+00	7.85E-04	9.37E-01	1.21E-02
-0.23	3.75E+00	7.64E-04	9.34E-01	1.22E-02
-0.24	4.04E+00	7.92E-04	9.27E-01	1.23E-02
-0.25	4.24E+00	8.09E-04	9.26E-01	1.24E-02
-0.26	4.32E+00	8.18E-04	9.24E-01	1.24E-02
-0.27	4.13E+00	8.05E-04	9.14E-01	1.27E-02
-0.28	4.17E+00	8.09E-04	9.10E-01	1.27E-02
-0.29	4.50E+00	8.38E-04	9.03E-01	1.28E-02
-0.3	4.42E+00	8.32E-04	9.03E-01	1.29E-02
-0.31	4.37E+00	8.27E-04	9.03E-01	1.29E-02
-0.32	4.35E+00	8.26E-04	9.00E-01	1.29E-02
-0.33	4.27E+00	8.21E-04	8.97E-01	1.30E-02
-0.34	4.26E+00	8.20E-04	8.96E-01	1.31E-02
-0.35	4.27E+00	8.22E-04	8.95E-01	1.31E-02
-0.36	4.23E+00	8.18E-04	8.95E-01	1.31E-02
-0.37	4.21E+00	8.17E-04	8.94E-01	1.31E-02
-0.38	4.15E+00	8.12E-04	8.93E-01	1.31E-02
-0.39	4.20E+00	8.17E-04	8.91E-01	1.32E-02
-0.4	4.27E+00	8.23E-04	8.91E-01	1.32E-02
-0.41	4.35E+00	8.30E-04	8.89E-01	1.32E-02
-0.42	4.31E+00	8.27E-04	8.88E-01	1.32E-02
-0.43	4.28E+00	8.24E-04	8.88E-01	1.32E-02
-0.44	4.36E+00	8.31E-04	8.87E-01	1.33E-02
-0.45	4.29E+00	8.26E-04	8.87E-01	1.33E-02
-0.46	4.28E+00	8.25E-04	8.87E-01	1.33E-02
-0.47	4.22E+00	8.21E-04	8.84E-01	1.33E-02

Tabela A.1: Indicadores de Desempenho das Carteiras Ingênua com e sem *Stop Loss* Acumulado.

Estat	R_Acum	Médio	Beta	Desvpad
-0.48	4.24E+00	8.22E-04	8.84E-01	1.33E-02
-0.49	4.16E+00	8.15E-04	8.83E-01	1.34E-02
-0.5	4.14E+00	8.14E-04	8.83E-01	1.34E-02
-0.51	4.14E+00	8.14E-04	8.83E-01	1.34E-02
-0.52	4.25E+00	8.25E-04	8.74E-01	1.35E-02
-0.53	4.21E+00	8.22E-04	8.73E-01	1.35E-02
-0.54	4.18E+00	8.19E-04	8.73E-01	1.35E-02
-0.55	4.15E+00	8.17E-04	8.72E-01	1.35E-02
-0.56	4.13E+00	8.15E-04	8.72E-01	1.35E-02
-0.57	4.08E+00	8.11E-04	8.72E-01	1.35E-02
-0.58	4.02E+00	8.06E-04	8.71E-01	1.35E-02
-0.59	3.99E+00	8.04E-04	8.70E-01	1.35E-02
-0.6	3.99E+00	8.04E-04	8.70E-01	1.35E-02
-0.61	4.03E+00	8.07E-04	8.70E-01	1.35E-02
-0.62	4.08E+00	8.12E-04	8.69E-01	1.36E-02
-0.63	4.04E+00	8.09E-04	8.69E-01	1.36E-02
-0.64	4.04E+00	8.09E-04	8.69E-01	1.36E-02
-0.65	4.04E+00	8.08E-04	8.69E-01	1.36E-02
-0.66	4.13E+00	8.16E-04	8.68E-01	1.36E-02
-0.67	4.13E+00	8.16E-04	8.68E-01	1.36E-02
-0.68	4.13E+00	8.16E-04	8.68E-01	1.36E-02
-0.69	4.13E+00	8.16E-04	8.68E-01	1.36E-02
-0.7	4.13E+00	8.16E-04	8.68E-01	1.36E-02
-0.71	4.13E+00	8.16E-04	8.68E-01	1.36E-02
-0.72	4.13E+00	8.16E-04	8.68E-01	1.36E-02
-0.73	4.13E+00	8.16E-04	8.68E-01	1.36E-02
-0.74	4.13E+00	8.16E-04	8.68E-01	1.36E-02
-0.75	4.13E+00	8.16E-04	8.68E-01	1.36E-02
-0.76	4.13E+00	8.16E-04	8.68E-01	1.36E-02
-0.77	4.13E+00	8.16E-04	8.68E-01	1.36E-02
-0.78	4.13E+00	8.16E-04	8.68E-01	1.36E-02
-0.79	4.13E+00	8.16E-04	8.68E-01	1.36E-02
-0.8	4.13E+00	8.16E-04	8.68E-01	1.36E-02
-0.81	4.13E+00	8.16E-04	8.68E-01	1.36E-02
-0.82	4.13E+00	8.16E-04	8.68E-01	1.36E-02

Tabela A.1: Indicadores de Desempenho das Carteiras Ingênua com e sem *Stop Loss* Acumulado.

Estat	R_Acum	Médio	Beta	Desvpad
-0.83	4.13E+00	8.16E-04	8.68E-01	1.36E-02
-0.84	4.13E+00	8.16E-04	8.68E-01	1.36E-02
-0.85	4.13E+00	8.16E-04	8.68E-01	1.36E-02
-0.86	4.13E+00	8.16E-04	8.68E-01	1.36E-02
-0.87	4.13E+00	8.16E-04	8.68E-01	1.36E-02
-0.88	4.13E+00	8.16E-04	8.68E-01	1.36E-02
-0.89	4.13E+00	8.16E-04	8.68E-01	1.36E-02
-0.9	4.13E+00	8.16E-04	8.68E-01	1.36E-02
-0.91	4.13E+00	8.16E-04	8.68E-01	1.36E-02
-0.92	4.13E+00	8.16E-04	8.68E-01	1.36E-02
-0.93	4.13E+00	8.16E-04	8.68E-01	1.36E-02
-0.94	4.13E+00	8.16E-04	8.68E-01	1.36E-02
-0.95	4.13E+00	8.16E-04	8.68E-01	1.36E-02
-0.96	4.13E+00	8.16E-04	8.68E-01	1.36E-02
-0.97	4.13E+00	8.16E-04	8.68E-01	1.36E-02
-0.98	4.13E+00	8.16E-04	8.68E-01	1.36E-02
-0.99	4.13E+00	8.16E-04	8.68E-01	1.36E-02
-1.0	4.13E+00	8.16E-04	8.68E-01	1.36E-02

A.2.2 *Trailing Stop Loss*

Tabela A.2: Indicadores de Desempenho das Carteiras Ingênua com e sem *Stop Loss Trailing*.

Estat	R_Acum	Med	Beta	Desvpad
0.0	1.46E-01	6.57E-05	9.46E-01	3.33E-03
-0.01	1.29E-01	5.96E-05	1.01E+00	3.49E-03
-0.02	1.19E-01	5.66E-05	1.03E+00	3.75E-03
-0.03	1.37E-01	6.51E-05	1.04E+00	4.14E-03
-0.04	1.32E-01	6.55E-05	1.05E+00	4.61E-03
-0.05	1.19E-01	6.18E-05	1.07E+00	4.94E-03
-0.06	1.48E-01	7.56E-05	1.09E+00	5.40E-03
-0.07	1.15E-01	6.44E-05	1.11E+00	5.74E-03
-0.08	1.41E-01	7.78E-05	1.13E+00	6.22E-03

Tabela A.2: Indicadores de Desempenho das Carteiras Ingênua com e sem *Stop Loss Trailing*.

Estat	R_Acum	Med	Beta	Desvpad
-0.09	2.32E-01	1.14E-04	1.15E+00	6.64E-03
-0.1	3.74E-01	1.66E-04	1.16E+00	7.08E-03
-0.11	3.96E-01	1.76E-04	1.13E+00	7.59E-03
-0.12	7.48E-01	2.79E-04	1.11E+00	7.99E-03
-0.13	6.23E-01	2.49E-04	1.09E+00	8.29E-03
-0.14	8.33E-01	3.06E-04	1.08E+00	8.67E-03
-0.15	1.01E+00	3.49E-04	1.06E+00	9.08E-03
-0.16	1.13E+00	3.79E-04	1.06E+00	9.35E-03
-0.17	1.28E+00	4.11E-04	1.05E+00	9.66E-03
-0.18	1.52E+00	4.61E-04	1.02E+00	1.02E-02
-0.19	1.49E+00	4.58E-04	1.01E+00	1.05E-02
-0.2	1.71E+00	4.99E-04	1.00E+00	1.08E-02
-0.21	1.88E+00	5.28E-04	9.90E-01	1.10E-02
-0.22	2.39E+00	6.04E-04	9.76E-01	1.13E-02
-0.23	2.52E+00	6.23E-04	9.70E-01	1.14E-02
-0.24	3.25E+00	7.10E-04	9.54E-01	1.18E-02
-0.25	3.25E+00	7.11E-04	9.52E-01	1.19E-02
-0.26	3.20E+00	7.07E-04	9.46E-01	1.20E-02
-0.27	3.43E+00	7.33E-04	9.37E-01	1.22E-02
-0.28	3.53E+00	7.44E-04	9.34E-01	1.23E-02
-0.29	3.72E+00	7.63E-04	9.27E-01	1.24E-02
-0.3	3.89E+00	7.80E-04	9.22E-01	1.24E-02
-0.31	4.23E+00	8.12E-04	9.15E-01	1.26E-02
-0.32	4.41E+00	8.30E-04	9.06E-01	1.28E-02
-0.33	4.35E+00	8.25E-04	9.05E-01	1.28E-02
-0.34	4.19E+00	8.12E-04	9.04E-01	1.29E-02
-0.35	4.22E+00	8.16E-04	9.02E-01	1.29E-02
-0.36	4.37E+00	8.29E-04	8.98E-01	1.30E-02
-0.37	4.28E+00	8.21E-04	8.98E-01	1.30E-02
-0.38	4.24E+00	8.18E-04	8.98E-01	1.30E-02
-0.39	4.10E+00	8.06E-04	8.96E-01	1.30E-02
-0.4	4.06E+00	8.03E-04	8.95E-01	1.31E-02
-0.41	4.09E+00	8.07E-04	8.93E-01	1.31E-02
-0.42	4.07E+00	8.05E-04	8.92E-01	1.32E-02
-0.43	4.24E+00	8.20E-04	8.90E-01	1.32E-02

Tabela A.2: Indicadores de Desempenho das Carteiras Ingênua com e sem *Stop Loss Trailing*.

Estat	R_Acum	Med	Beta	Desvpad
-0.44	4.12E+00	8.10E-04	8.90E-01	1.32E-02
-0.45	4.34E+00	8.29E-04	8.88E-01	1.32E-02
-0.46	4.38E+00	8.33E-04	8.88E-01	1.33E-02
-0.47	4.35E+00	8.31E-04	8.88E-01	1.33E-02
-0.48	4.28E+00	8.25E-04	8.88E-01	1.33E-02
-0.49	4.25E+00	8.23E-04	8.87E-01	1.33E-02
-0.5	4.21E+00	8.19E-04	8.85E-01	1.33E-02
-0.51	4.31E+00	8.30E-04	8.75E-01	1.35E-02
-0.52	4.25E+00	8.25E-04	8.75E-01	1.35E-02
-0.53	4.20E+00	8.21E-04	8.75E-01	1.35E-02
-0.54	4.26E+00	8.26E-04	8.74E-01	1.35E-02
-0.55	4.26E+00	8.26E-04	8.74E-01	1.35E-02
-0.56	4.22E+00	8.23E-04	8.74E-01	1.35E-02
-0.57	4.17E+00	8.18E-04	8.73E-01	1.35E-02
-0.58	4.17E+00	8.18E-04	8.73E-01	1.35E-02
-0.59	4.10E+00	8.13E-04	8.72E-01	1.35E-02
-0.6	4.06E+00	8.09E-04	8.71E-01	1.35E-02
-0.61	4.04E+00	8.07E-04	8.71E-01	1.35E-02
-0.62	4.02E+00	8.06E-04	8.71E-01	1.35E-02
-0.63	4.06E+00	8.10E-04	8.70E-01	1.35E-02
-0.64	4.09E+00	8.12E-04	8.69E-01	1.36E-02
-0.65	4.09E+00	8.12E-04	8.69E-01	1.36E-02
-0.66	4.08E+00	8.12E-04	8.69E-01	1.36E-02
-0.67	4.04E+00	8.09E-04	8.69E-01	1.36E-02
-0.68	4.04E+00	8.09E-04	8.69E-01	1.36E-02
-0.69	4.04E+00	8.08E-04	8.69E-01	1.36E-02
-0.7	4.13E+00	8.16E-04	8.68E-01	1.36E-02
-0.71	4.13E+00	8.16E-04	8.68E-01	1.36E-02
-0.72	4.13E+00	8.16E-04	8.68E-01	1.36E-02
-0.73	4.13E+00	8.16E-04	8.68E-01	1.36E-02
-0.74	4.13E+00	8.16E-04	8.68E-01	1.36E-02
-0.75	4.13E+00	8.16E-04	8.68E-01	1.36E-02
-0.76	4.13E+00	8.16E-04	8.68E-01	1.36E-02
-0.77	4.13E+00	8.16E-04	8.68E-01	1.36E-02
-0.78	4.13E+00	8.16E-04	8.68E-01	1.36E-02

Tabela A.2: Indicadores de Desempenho das Carteiras Ingênua com e sem *Stop Loss Trailing*.

Estat	R_Acum	Med	Beta	Desvpad
-0.79	4.13E+00	8.16E-04	8.68E-01	1.36E-02
-0.8	4.13E+00	8.16E-04	8.68E-01	1.36E-02
-0.81	4.13E+00	8.16E-04	8.68E-01	1.36E-02
-0.82	4.13E+00	8.16E-04	8.68E-01	1.36E-02
-0.83	4.13E+00	8.16E-04	8.68E-01	1.36E-02
-0.84	4.13E+00	8.16E-04	8.68E-01	1.36E-02
-0.85	4.13E+00	8.16E-04	8.68E-01	1.36E-02
-0.86	4.13E+00	8.16E-04	8.68E-01	1.36E-02
-0.87	4.13E+00	8.16E-04	8.68E-01	1.36E-02
-0.88	4.13E+00	8.16E-04	8.68E-01	1.36E-02
-0.89	4.13E+00	8.16E-04	8.68E-01	1.36E-02
-0.9	4.13E+00	8.16E-04	8.68E-01	1.36E-02
-0.91	4.13E+00	8.16E-04	8.68E-01	1.36E-02
-0.92	4.13E+00	8.16E-04	8.68E-01	1.36E-02
-0.93	4.13E+00	8.16E-04	8.68E-01	1.36E-02
-0.94	4.13E+00	8.16E-04	8.68E-01	1.36E-02
-0.95	4.13E+00	8.16E-04	8.68E-01	1.36E-02
-0.96	4.13E+00	8.16E-04	8.68E-01	1.36E-02
-0.97	4.13E+00	8.16E-04	8.68E-01	1.36E-02
-0.98	4.13E+00	8.16E-04	8.68E-01	1.36E-02
-0.99	4.13E+00	8.16E-04	8.68E-01	1.36E-02
-1.0	4.13E+00	8.16E-04	8.68E-01	1.36E-02

A.2.3 Análise de Superioridade Estatística das Séries - Para 11 ativos

Stop Loss Acumulado

Tabela A.3: Probabilidade de Superioridade das Séries para *Stop Loss* Acumulado.

Parâmetro	ISup Total	% < 1	LI > 1	LI >= 1
0.0	4%	98%	0%	0%
-0.01	5%	98%	0%	0%
-0.02	6%	98%	0%	0%

Tabela A.3: Probabilidade de Superioridade das Séries para *Stop Loss* Acumulado.

Parâmetro	ISup Total	% < 1	LI > 1	LI >= 1
-0.03	10%	99%	0%	0%
-0.04	10%	98%	0%	0%
-0.05	12%	99%	0%	0%
-0.06	10%	99%	0%	0%
-0.07	7%	99%	0%	0%
-0.08	13%	99%	0%	0%
-0.09	13%	99%	0%	0%
-0.1	20%	99%	0%	0%
-0.11	28%	99%	0%	0%
-0.12	38%	99%	0%	0%
-0.13	48%	98%	0%	0%
-0.14	49%	98%	0%	0%
-0.15	49%	98%	0%	0%
-0.16	49%	98%	0%	0%
-0.17	54%	98%	0%	0%
-0.18	52%	98%	0%	0%
-0.19	66%	98%	0%	0%
-0.2	77%	87%	5%	10%
-0.21	94%	57%	27%	41%
-0.22	97%	58%	25%	39%
-0.23	91%	64%	18%	33%
-0.24	98%	60%	21%	37%
-0.25	103%	50%	31%	47%
-0.26	105%	37%	32%	60%
-0.27	100%	37%	31%	60%
-0.28	101%	37%	31%	60%
-0.29	109%	37%	31%	60%
-0.3	107%	37%	31%	60%
-0.31	106%	37%	31%	60%
-0.32	105%	37%	31%	60%
-0.33	103%	37%	31%	60%
-0.34	103%	37%	31%	60%
-0.35	104%	37%	31%	60%
-0.36	102%	37%	31%	60%
-0.37	102%	8%	32%	89%

Tabela A.3: Probabilidade de Superioridade das Séries para *Stop Loss* Acumulado.

Parâmetro	ISup Total	% < 1	LI > 1	LI >= 1
-0.38	101%	8%	32%	89%
-0.39	102%	8%	32%	89%
-0.4	104%	8%	32%	89%
-0.41	105%	0%	32%	97%
-0.42	105%	0%	32%	97%
-0.43	104%	0%	32%	97%
-0.44	106%	0%	31%	97%
-0.45	104%	0%	31%	97%
-0.46	104%	0%	31%	97%
-0.47	102%	1%	31%	97%
-0.48	103%	0%	31%	97%
-0.49	101%	1%	30%	96%
-0.5	100%	1%	30%	96%
-0.51	100%	2%	30%	96%
-0.52	103%	0%	31%	97%
-0.53	102%	0%	31%	97%
-0.54	101%	0%	31%	97%
-0.55	101%	7%	24%	90%
-0.56	100%	7%	24%	90%
-0.57	99%	33%	0%	64%
-0.58	97%	34%	0%	63%
-0.59	97%	34%	0%	63%
-0.6	97%	34%	0%	63%
-0.61	98%	34%	0%	63%
-0.62	99%	26%	0%	71%
-0.63	98%	26%	0%	71%
-0.64	98%	26%	0%	71%
-0.65	98%	26%	0%	71%
-0.66	100%	0%	0%	97%
-0.67	100%	0%	0%	97%
-0.68	100%	0%	0%	97%
-0.69	100%	0%	0%	97%
-0.7	100%	0%	0%	97%
-0.71	100%	0%	0%	97%
-0.72	100%	0%	0%	97%

Tabela A.3: Probabilidade de Superioridade das Séries para *Stop Loss* Acumulado.

Parâmetro	ISup Total	% < 1	LI > 1	LI >= 1
-0.73	100%	0%	0%	97%
-0.74	100%	0%	0%	97%
-0.75	100%	0%	0%	97%
-0.76	100%	0%	0%	97%
-0.77	100%	0%	0%	97%
-0.78	100%	0%	0%	97%
-0.79	100%	0%	0%	97%
-0.8	100%	0%	0%	97%
-0.81	100%	0%	0%	97%
-0.82	100%	0%	0%	97%
-0.83	100%	0%	0%	97%
-0.84	100%	0%	0%	97%
-0.85	100%	0%	0%	97%
-0.86	100%	0%	0%	97%
-0.87	100%	0%	0%	97%
-0.88	100%	0%	0%	97%
-0.89	100%	0%	0%	97%
-0.9	100%	0%	0%	97%
-0.91	100%	0%	0%	97%
-0.92	100%	0%	0%	97%
-0.93	100%	0%	0%	97%
-0.94	100%	0%	0%	97%
-0.95	100%	0%	0%	97%
-0.96	100%	0%	0%	97%
-0.97	100%	0%	0%	97%
-0.98	100%	0%	0%	97%
-0.99	100%	0%	0%	97%
-1.0	100%	0%	0%	97%

Trailing Stop Loss

Tabela A.4: Probabilidade de Superioridade das Séries para *Trailing Stop Loss*.

Parâmetro	ISup Total	% < 1	LI > 1	LI >= 1
0.0	4%	98%	0%	0%
-0.01	3%	98%	0%	0%
-0.02	3%	98%	0%	0%
-0.03	3%	98%	0%	0%
-0.04	3%	98%	0%	0%
-0.05	3%	98%	0%	0%
-0.06	4%	98%	0%	0%
-0.07	3%	98%	0%	0%
-0.08	3%	98%	0%	0%
-0.09	6%	98%	0%	0%
-0.1	9%	98%	0%	0%
-0.11	10%	98%	0%	0%
-0.12	18%	98%	0%	0%
-0.13	15%	99%	0%	0%
-0.14	20%	99%	0%	0%
-0.15	24%	98%	0%	0%
-0.16	27%	99%	0%	0%
-0.17	31%	99%	0%	0%
-0.18	37%	99%	0%	0%
-0.19	36%	99%	0%	0%
-0.2	41%	99%	0%	0%
-0.21	45%	99%	0%	0%
-0.22	58%	99%	0%	0%
-0.23	61%	99%	0%	0%
-0.24	79%	99%	0%	0%
-0.25	79%	98%	0%	0%
-0.26	77%	98%	0%	0%
-0.27	83%	98%	0%	0%
-0.28	86%	98%	0%	0%
-0.29	90%	86%	10%	12%
-0.3	94%	77%	19%	20%
-0.31	102%	37%	31%	60%
-0.32	107%	36%	32%	61%
-0.33	105%	37%	32%	60%
-0.34	102%	37%	32%	60%

Tabela A.4: Probabilidade de Superioridade das Séries para *Trailing Stop Loss*.

Parâmetro	ISup Total	% < 1	LI > 1	LI >= 1
-0.35	102%	37%	32%	60%
-0.36	106%	37%	32%	60%
-0.37	104%	37%	32%	60%
-0.38	103%	37%	31%	60%
-0.39	99%	37%	31%	60%
-0.4	98%	37%	31%	60%
-0.41	99%	37%	31%	60%
-0.42	99%	38%	31%	60%
-0.43	103%	37%	31%	60%
-0.44	100%	46%	22%	51%
-0.45	105%	0%	32%	97%
-0.46	106%	0%	32%	97%
-0.47	105%	0%	31%	97%
-0.48	104%	0%	31%	97%
-0.49	103%	0%	31%	97%
-0.5	102%	0%	31%	97%
-0.51	105%	0%	31%	97%
-0.52	103%	0%	31%	97%
-0.53	102%	0%	31%	97%
-0.54	103%	0%	31%	97%
-0.55	103%	0%	31%	97%
-0.56	102%	1%	30%	97%
-0.57	101%	7%	24%	90%
-0.58	101%	7%	24%	90%
-0.59	99%	33%	0%	64%
-0.6	98%	34%	0%	64%
-0.61	98%	34%	0%	63%
-0.62	97%	34%	0%	63%
-0.63	98%	34%	0%	64%
-0.64	99%	26%	0%	71%
-0.65	99%	26%	0%	71%
-0.66	99%	26%	0%	71%
-0.67	98%	26%	0%	71%
-0.68	98%	26%	0%	71%
-0.69	98%	26%	0%	71%

Tabela A.4: Probabilidade de Superioridade das Séries para *Trailing Stop Loss*.

Parâmetro	ISup Total	% < 1	LI > 1	LI >= 1
-0.7	100%	0%	0%	97%
-0.71	100%	0%	0%	97%
-0.72	100%	0%	0%	97%
-0.73	100%	0%	0%	97%
-0.74	100%	0%	0%	97%
-0.75	100%	0%	0%	97%
-0.76	100%	0%	0%	97%
-0.77	100%	0%	0%	97%
-0.78	100%	0%	0%	97%
-0.79	100%	0%	0%	97%
-0.8	100%	0%	0%	97%
-0.81	100%	0%	0%	97%
-0.82	100%	0%	0%	97%
-0.83	100%	0%	0%	97%
-0.84	100%	0%	0%	97%
-0.85	100%	0%	0%	97%
-0.86	100%	0%	0%	97%
-0.87	100%	0%	0%	97%
-0.88	100%	0%	0%	97%
-0.89	100%	0%	0%	97%
-0.9	100%	0%	0%	97%
-0.91	100%	0%	0%	97%
-0.92	100%	0%	0%	97%
-0.93	100%	0%	0%	97%
-0.94	100%	0%	0%	97%
-0.95	100%	0%	0%	97%
-0.96	100%	0%	0%	97%
-0.97	100%	0%	0%	97%
-0.98	100%	0%	0%	97%
-0.99	100%	0%	0%	97%
-1.0	100%	0%	0%	97%

A.3 *Stops Otimizados*

A.3.1 *Stop Loss Simples*

Tabela A.5: Indicadores de Desempenho das Carteiras Ingênua com e sem *Stop Loss* Simples.

Indicador	CIng	SLsOt
R_Acum	0,29287	0,00949
Med	0,00037	0,00010
Beta	0,78469	3,31797
Desvpad	0,01529	0,00128
RazaoS	0,02441	0,00800
GSharpe	-0,00511	-0,34303
IR	-0,01391	-0,03392
IR_CI		-0,02443

A.3.2 *Stop Loss* Acumulado

Tabela A.6: Indicadores de Desempenho das Carteiras Ingênua com e sem *Stop Loss* Acumulado.

Indicador	CIng	SLsOt
R_Acum	0,29287	0,06941
Med	0,00037	0,00007
Beta	0,78470	3,34646
Desvpad	0,01529	0,00145
RazaoS	0,02441	0,04682
GSharpe	-0,00511	-0,26383
IR	-0,01391	-0,03015
IR_CI		-0,02071

A.3.3 *Trailing Stop Loss*

Tabela A.7: Indicadores de Desempenho das Carteiras Ingênua com e sem *Trailing Stop Loss*.

Indicador	CIng	SLsOt
R_Acum	0,29287	0,08637
Med	0,00037	0,00008
Beta	0,78469	3,11037
Desvpad	0,01529	0,00148

Tabela A.7: Indicadores de Desempenho das Carteiras Ingênua com e sem *Trailing Stop Loss*.

Indicador	CI _{ng}	SLsOt
RazaoS	0,02441	0,05635
GSharpe	-0,00511	-0,24709
IR	-0,01391	-0,02902
IR_CI		-0,01961

A.4 Resultados Detalhados em Figuras

A.4.1 Indicadores de Desempenhos das Carteiras Ingênuas com Uso de *Stop Loss* Otimizados

Stop Loss Acumulado Otimizado

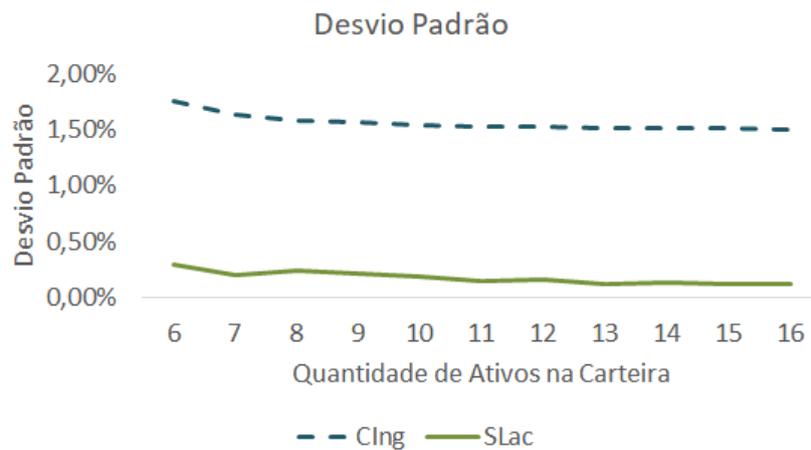


Figura A.1: Desvio Padrão para as Carteiras Ingênua sem e com *Stop Loss* Acumulado Otimizado.

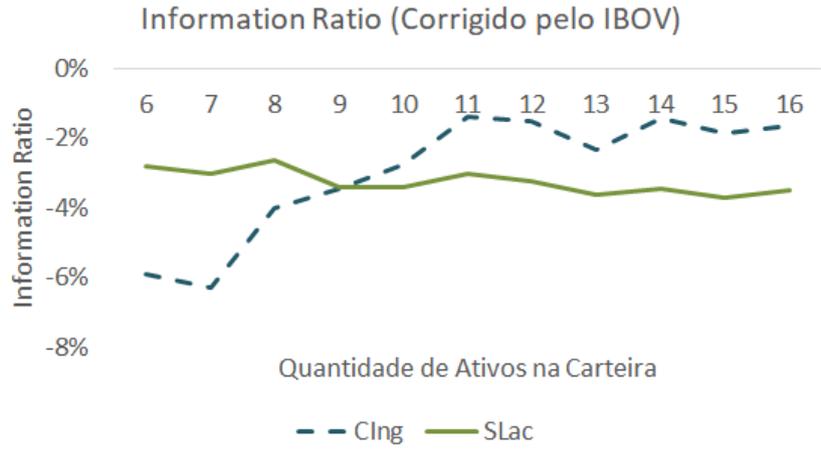


Figura A.2: *Information Ratio* para as Carteiras Ingênua sem e com *Stop Loss* Acumulado Otimizado.

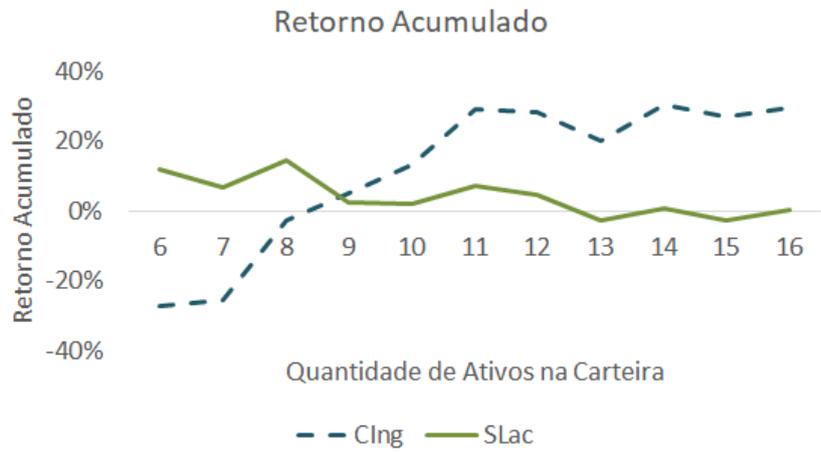


Figura A.3: Retorno Acumulado para as Carteiras Ingênua sem e com *Stop Loss* Acumulado Otimizado.

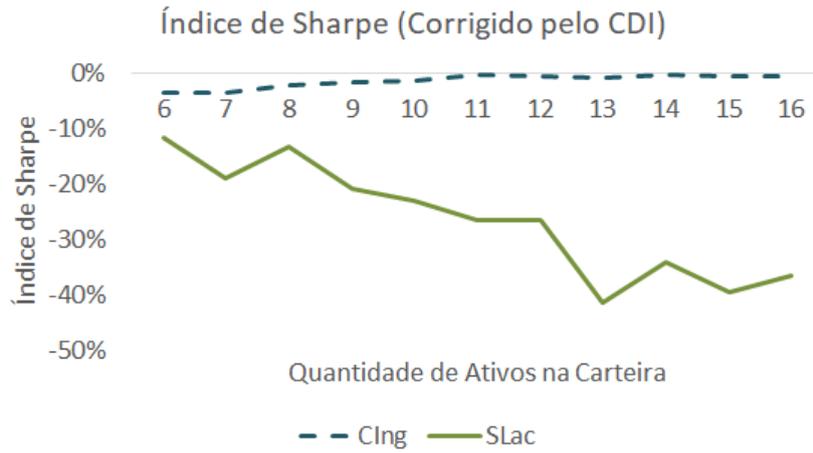


Figura A.4: Índice de Sharpe para as Carteiras Ingênua sem e com *Stop Loss* Acumulado Otimizado.

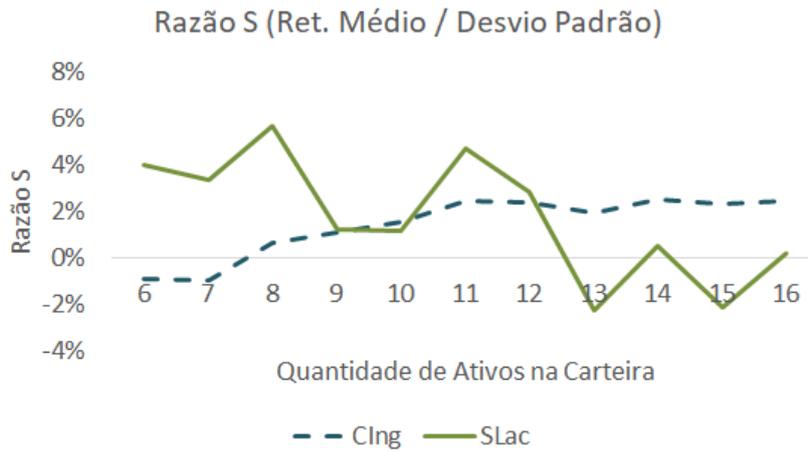


Figura A.5: Razão S para as Carteiras Ingênua sem e com *Stop Loss* Acumulado Otimizado.

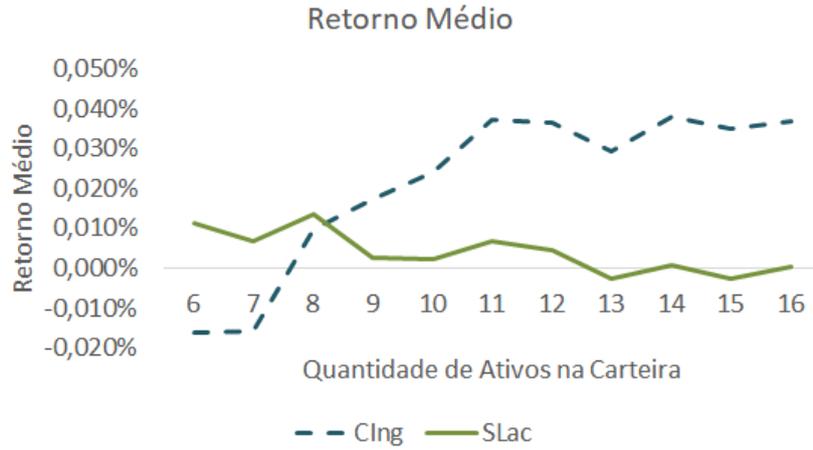


Figura A.6: Retorno Médio para as Carteiras Ingênua sem e com *Stop Loss* Acumulado Otimizado.

Trailing Stop Loss Otimizado

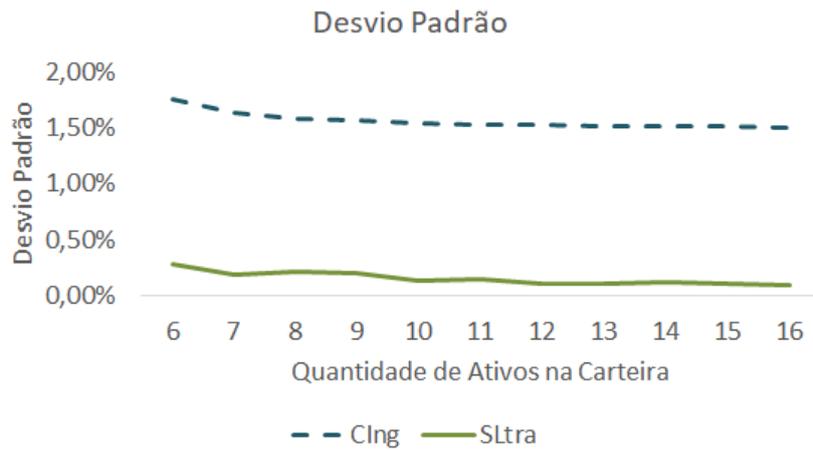


Figura A.7: Desvio Padrão para as Carteiras Ingênua sem e com *Trailing Stop Loss* Otimizado.

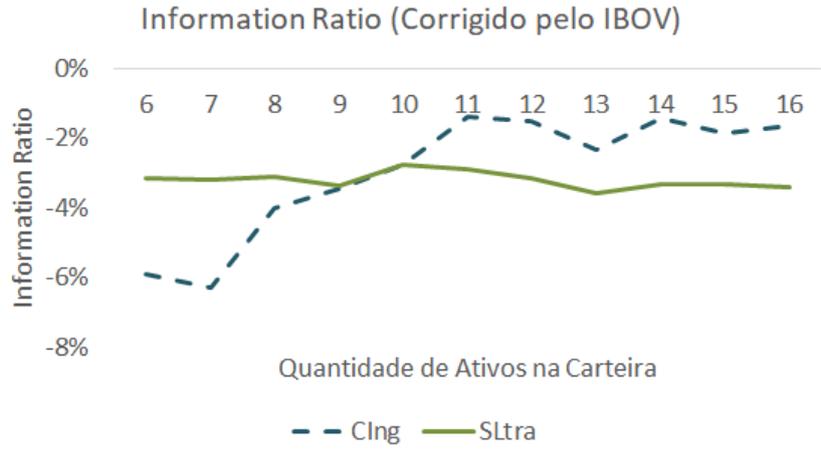


Figura A.8: *Information Ratio* para as Carteiras Ingênua sem e com *Trailing Stop Loss* Otimizado.



Figura A.9: Retorno Acumulado para as Carteiras Ingênua sem e com *Trailing Stop Loss* Otimizado.

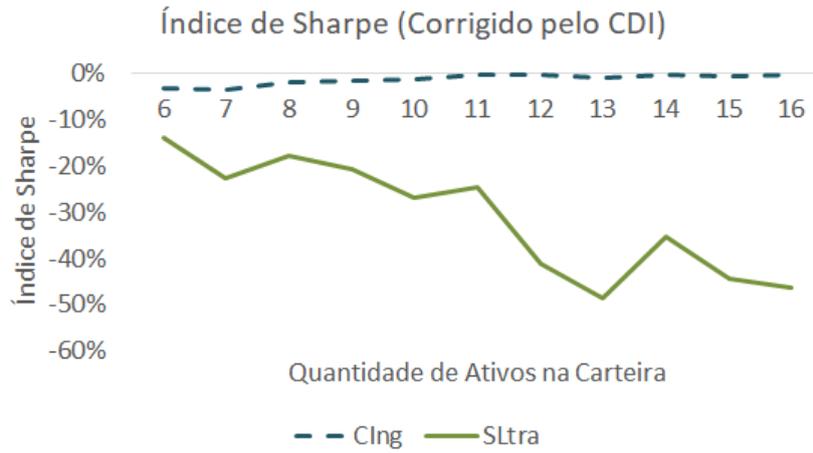


Figura A.10: Índice de Sharpe para as Carteiras Ingênua sem e com *Trailing Stop Loss* Otimizado.

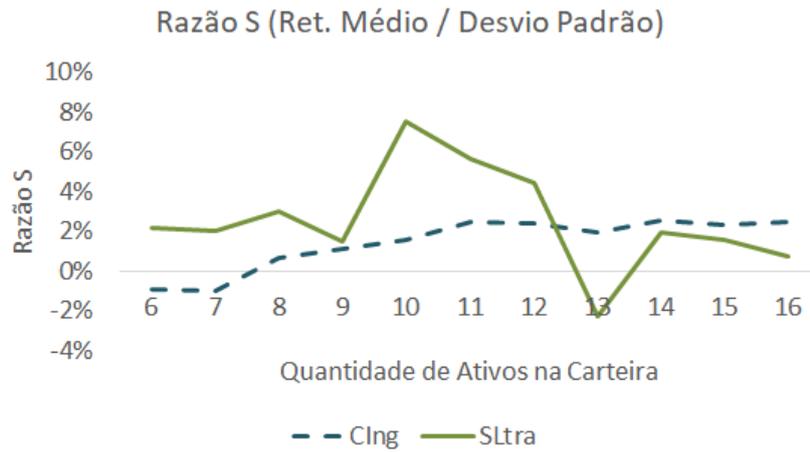


Figura A.11: Razão S para as Carteiras Ingênua sem e com *Trailing Stop Loss* Otimizado.

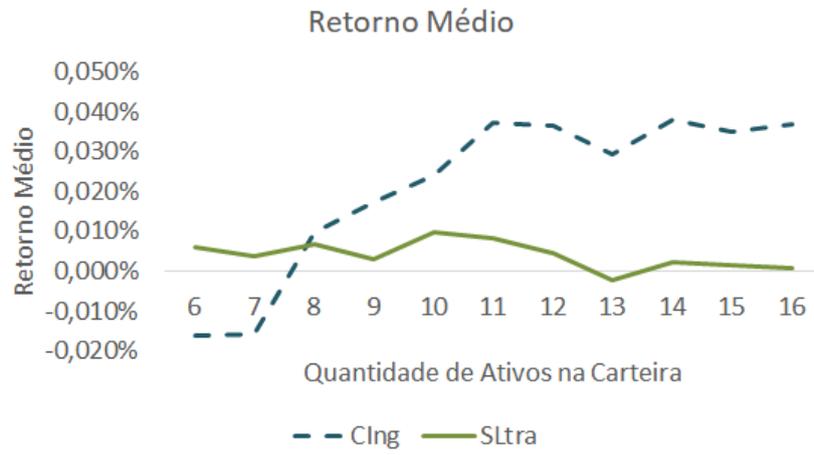


Figura A.12: Retorno Médio para as Carteiras Ingênua sem e com *Trailing Stop Loss* Otimizado.